

Publicación Especial
ILDEFONSO LIÑERO-ARANA
In Memoriam
(Parte 2)

David Bone, Carmen Teresa Rodríguez,
Jorge Barrios & Brightdoom Márquez (Eds.)



Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela
Vol. 64, N° 1 (2025)
ISSN 2958-2555

COMITÉ EDITORIAL

ANTONIO BAEZA
Clemson University,
Clemson, United State of America.

ARTURO ACERO P.
Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional
de Colombia, Bogotá, Colombia.

JOSÉ MANUEL VIÉITEZ
Universidad de Alcalá,
Alcalá de Henares, España.

MAURO NIRCHIO
Universidad de Oriente y Universidad Técnica de
Machala, Machala, Ecuador.

LUÍS TROCCOLI
Universidad de Oriente,
Cumaná, Venezuela

CARMEN TERESA RODRÍGUEZ
Universidad de Carabobo,
Carabobo, Venezuela.

JULIÁN CASTAÑEDA
Instituto Oceanográfico de Venezuela,
Cumaná, Venezuela.

VICTOR HUGO DELGADO BLAS
Universidad Quintana Roo,
México.

ALFREDO GÓMEZ GASPAS
Universidad de Oriente,
Nueva Esparta, Venezuela.

EDGAR ZAPATA VÍVENES
Universidad de Oriente,
Cumaná, Venezuela.

MARIO LONDOÑO MESA
Universidad de Antioquia,
Medellín, Colombia.

JOSÉ GREGORIO RODRÍGUEZ
Universidad de Carabobo,
Carabobo, Venezuela.

JUAN ANTONIO GÓMEZ H.
Universidad de Panamá.

Indizada en :
REVENCYT, EBSCO, Aquatic Sciences & Fisheries Abstracts,
Biosis, Latindex, Periódica, Ulrich's Periodicals Directory,
Wildlife Review Abstracts, Zoological Record.

Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
(FONACIT)
Nº Reg.- 19990243

ISSN impreso: 0798-0639
ISSN digital 2958-2555

El Instituto Oceanográfico de Venezuela (IOV) constituye el núcleo primigenio de la Universidad de Oriente, creada por el Decreto de la Junta de Gobierno N° 459 de fecha 21 de noviembre de 1958. Sus actividades comenzaron el 12 de octubre de 1959, en la ciudad de Cumaná estado Sucre, Venezuela y han continuado ininterrumpidamente desde entonces.

EL BOLETÍN DEL INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE VENEZUELA es una revista arbitrada que tiene como objeto fundamental difundir el conocimiento científico sobre la oceanografía del Mar Caribe y el Océano Atlántico Tropical.

El Boletín fue editado por primera vez en el mes de octubre del año 1961, siendo publicado con el nombre de "Boletín del Instituto Oceanográfico". A partir del volumen n° 8 publicado en el año 1970, la portada, el formato y las normas editoriales fueron modificadas. En el año 1980 es rebautizado con el nombre actual de "Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela".

INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE VENEZUELA

JOHANA FERNÁNDEZ
Directora

IVIS FERMÍN
Jefe Departamento de Oceanografía

MARIELA NARVAEZ
Jefe Departamento de Biología Pesquera

SINATRA SALAZAR
Jefe Departamento de Biología Marina

IVIS FERMÍN
Coordinador Postgrado en Ciencias Marinas

BRIGHTDOOM MÁRQUEZ
Editora Jefe

OSCAR DÍAZ, JORGE BARRIOS, GREGORIO MARTÍNEZ y
SINATRA SALAZAR
Editores Asociados

DAVID LEMUS y EGYMIR PARRA
Asistentes técnico

E-mail: jeiovudo@gmail.com
<https://www.iov-udo.com/revista>

DEPÓSITO LEGAL pp 196103SU776

BOLETÍN DEL INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DE VENEZUELA UNIVERSIDAD DE ORIENTE

Vol. 64 (1)..... 2025

CONTENIDO

	Página
Evaluación comunidades bentónicas y Poliquetos	
GÓMEZ, J. A. & M. FARIÑA. Palabras de nostalgia dedicadas al profesor Idelfonso Liñero Arana “Mikel”	1
ARTEAGA -FLÓREZ, C., E. BARRIOS-VÁSQUEZ, S. E. GUZMÁN-HENAO, S. P. ORTEGA, A. CÁRDENAS-OLIVA, L. FERNÁNDEZ-GÓMEZ & M. MUTIS-MARTÍNEZ Guerra. Caracterización de la macrofauna bentónica de profundidad del extremo norte del caribe colombiano.	3
GÓMEZ, A. & F. CERVIGÓN. Bionomía bentónica costera de la isla de Cubagua (Venezuela). I. Costa este y oeste.	16
BARRIOS-MONTILLA, J. & O. DÍAZ-DÍAZ. Poliquetos bénticos asociados a macroalgas y fondos blandos en ensenada Macuro, golfo de Paria, estado Sucre, Venezuela	64
BONE, D., A. LÓPEZ-ORDAZ, O. DÍAZ-DÍAZ & C. BRETT. Polychaetes biodiversity associated to coral reef-type sediments: a long-term study.	78
ILDEFONSO LIÑERO-ARANA, OSCAR DÍAZ-DÍAZ, BEATRIZ RÍOS, BRIGHTDOOM MÁRQUEZ-ROJAS, MARIA ELENA AMARO, VALENTINA VENEGAS-ESPINOSA, ADIBE CARDENAS, ANDREA JESULICH, VERÓNICA GÓMEZ-PAIVA, PATRICIA DÍAZ, LETZY SERRANO, RUSELA LÓPEZ, OSCAR MORA. Estructura de la comunidad de poliquetos (Annelida: Polychaeta) asociada a <i>Thalassia testudinum</i> Bank Ex König 1805 en la bahía de Mochima, Venezuela.	
Ecología	
HERNÁNDEZ-ANDRADE, E., L. TROCCOLI, D. PADRÓN, A. BENÍTEZ & J. CASTAÑEDA. Aproximación a línea base del fitoplancton de agua de lastre, de buques que arribaron a la bahía de Barcelona, zona nororiental de Venezuela (enero-mayo 2023).	93
BELLO-PULIDO, J. A., A. R. FARIÑA-PESTANO, M. JIMÉNEZ & Y. J. MARCANO-BERMÚDEZ. Nueva área de distribución del molusco exótico <i>Naria turdus</i> Lamarck, 1810, (Gastropoda: Cypraeidae) para el caribe nororiental de Venezuela	112

PALABRAS DE NOSTALGIA DEDICADAS AL PROFESOR IDELFONSO LIÑERO ARANA “MIKEL”

JUAN ANTONIO GÓMEZ¹ & MILAGROS FARIÑAS²

¹ *Universidad de Panamá. juanay05@hotmail.com*

² *Universidad de Oriente, Sucre, Venezuela. milyfari2006@gmail.com*

A mi querido hermano “Mikel” le conocí cuando lo asignaron como mi tutor en la Maestría en Ciencias Marinas del Instituto Oceanográfico de Venezuela, sus primeras palabras al ingresar a su oficina fueron impactantes y severas, “¿Quién es usted?, soy profesor de la Universidad de Panamá y vengo a estudiar mi maestría, su respuesta fue: “Usted aquí no es un profesor, es un estudiante más y su tiempo debe dedicarlo a sus clases y a estudiar en la biblioteca por lo menos diez horas”, luego me mostró el sitio que debía ocupar y los libros que debería consultar. Casi me regreso, pero me dije “¡No!, él tiene un genio muy fuerte y yo el mío, pero aprenderé de él”, y así lo hice. Puedo decir que fue un gran maestro, no sólo para mí, sino para los que se formaron con él, ya que era un excelente profesional, la trayectoria de investigación en su área de especialidad era asombrosa. Entre las frases que siempre decía, recuerdo estas: “es blanco o es negro” o “cuando vas a hacer una cosa, hazla bien, si no, no la hagas”. Ese era él.

Nuestra relación profesional por más de 30 años siempre fue cálida y se hizo más cercana y compartida sin importar la distancia. Fueron muchos los recuerdos formados durante el trabajo constante y los amparos ofrecidos, que más se podría desear si la sonrisa era una constante durante las labores. Él era muy especial, de carácter fuerte, meticulado, perfeccionista, de pocos amigos y exigente, pero frágil de corazón. Recuerdo aquellos pequeños tiempos libres en los que a diario recorriamos la Facultad de Ciencia y luego retornábamos al parquecito que estaba cerca del Instituto a tomar café. Era una rutina medida por él, sólo dedicábamos 45 minutos en media mañana y otros más en la media tarde; sus palabras para finalizar la charla eran, “se nos acabó el tiempo, a trabajar”. Esas son las cosas que nos hacían diferentes a los demás!.

Era interesante escucharte cuando te llamaba a diario por teléfono, contarnos cómo nos iba en el diario vivir, el proponernos dejar un legado, hacer cosas... como cuando te dije “Titi, estoy escribiendo un libro y quiero que lo hagamos juntos”, no faltaron las observaciones de la coma, el punto, cambia esta palabra, verifica acá y allá, que se yo... para decirte al final “lo logramos Titi”, lo que no te pude decir es que una semana después de tu partida la edición del libro salió. Ya te contaré cuando nos veamos!.

Querido “Titi, no sé qué habré hecho para merecerme un amigo tan estupendo, recuerdo cuando decías que sólo personas muy cercanas a la familia podían llamarte así, entre esas tu cuñada Mily” (por cierto, ella también va a dedicarte unas palabras más adelante!).

Estas palabras, dedicadas a ti hermano, son de verdaderos sentimientos de amistad, con ellas quería decirte lo importante que eras para mí...! por los cientos de cosas que logramos juntos. Titi, quiero decirte que donde quieras que te encuentres ahora, te estaré recordando y me siento agradecido de haber sido tu mejor amigo, y sé que pronto nos estaremos encontrando.

Dr. Juan Antonio Gómez Herrera, “Juanay”

Creí que se me haría sencillo escribir sobre ti “Mikel”; sin embargo, necesité tiempo para encontrar las palabras correctas que expresaran tu personalidad y lo que significaste en mi vida. “Titi”, como cariñosamente te decíamos en la familia, no sólo marcaste mi vida en el plano profesional sino también en el plano personal, porque más que un cuñado y mentor, fuiste una figura paterna para mí, un tío ejemplar para mis hijas, el tío juguetón de mi nieta y el aliado de mi esposo.

“Titi” fue un ser humano noble, responsable, inteligente, de carácter fuerte, que podía llegar a intimidar, culto y exageradamente sincero, auténtico y puntual. Pero hay una característica que resalta sobre todas las demás y es que, a pesar de su excelente trayectoria profesional y su sólida formación, jamás tuvo ni una gota de egoísmo y mediocridad al compartir sus amplios conocimientos con todo aquel que lo necesitara y, si continuó resaltando sus cualidades, no puedo dejar de mencionar el valor que le daba a la amistad. Para él, el término “amigo” era lealtad, solidaridad y entrega total; sin tonalidades grises.

Siempre estaba en un constante crecimiento personal, jamás lo vi perder el tiempo. Se perfeccionaba en pasatiempos como la lectura, el buceo, la fotografía, la pesca, la carpintería, la siembra, la pintura de cuadros al óleo y en acuarela, cuadros que hoy en día exhiben su esposa Elena y su hijo Mikel en la sala de su casa en República Dominicana. Continuando con su personalidad, “Mikel” tenía un peculiar sentido del humor. Por su inteligencia y agilidad mental, podía sacar de cada momento una expresión jocosa, muy bien armada y, con su toque personal, el doble sentido en la expresión que dejaba a libre interpretación, mientras él, muy serenamente, le daba una bocanada al cigarrillo que podía estar sosteniendo entre sus dedos. Experiencias como éstas podrían llenar libros enteros con anécdotas y vivencias compartidas con él.

Puedo decir con orgullo y satisfacción que fui una de las que gozó del apoyo y ayuda de “Mikel”. Él confió en mí para abrir la línea de “Productos Naturales de Origen Marino” en el Instituto Oceanográfico de Venezuela, junto a un grupo maravilloso de profesionales comprometidos con este proyecto. De estas experiencias surgieron publicaciones, conferencias, ponencias en Congresos Nacionales e Internacionales, tesis de grado, entre otros que, además de enaltecer a nuestra Universidad de Oriente, me dieron éxitos y satisfacciones personales y profesionales.

“Titi”, estés donde estés, gracias por haber creído en mí, por tus sabios consejos y por ayudarme a crecer. En una oportunidad alguien me dijo “tú le tienes miedo a “Mikel”...”. Si el respeto se le considera miedo, entonces le tuve pánico.

CARACTERIZACIÓN DE LA MACROFAUNA BENTÓNICA DE PROFUNDIDAD DEL EXTREMO NORTE DEL CARIBE COLOMBIANO

CATALINA ARTEAGA-FLÓREZ ^{*1}, ELIANA BARRIOS-VÁSQUEZ ¹, SARA E. GUZMÁN-HENAO ¹, SANDRA PAREJA-ORTEGA ², ADIBE CÁRDENAS-OLIVA ¹, LEONEL FERNÁNDEZ-GÓMEZ ¹ & MARÍA MUTIS-MARTINEZGUERRA ³

¹ *Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” – INVEMAR, Programa de Biodiversidad y Ecosistemas Marinos, Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC) – Makuriwa. Santa Marta, Colombia.*

**Autor de correspondencia catalina.arteaga@invemar.org.co, <https://0000-0001-6875-1415>*

eliana.barrios@invemar.org.co, <https://0000-0003-1850-9043>

saraeilyng@gmail.com, <https://0000-0001-7223-1404>

adi_carol@yahoo.com, <https://0000-0002-3592-2692>

leonel.fernandez@invemar.org.co, <https://0000-0002-1624-3205>

² *Centro de Investigación científica y de educación superior de Ensenada, Baja California, México. Laboratorio de Arrecifes y biodiversidad. sammyp11@gmail.com, <https://0000-0001-7605-9808>*

³ *Universidad Austral de Chile, Laboratorio de Ecología Litoral. mariamutismzg@gmail.com, <https://0000-0002-0301-5588>*

RESUMEN: La macrofauna bentónica incluye aquellos organismos que viven dentro del sedimento marino y que tienen un tamaño mayor a 500 µm. Su estudio ha sido relevante para evaluar el estado de salud del bentos debido a que son buenos indicadores de impactos generados por la actividad antrópica o por perturbaciones naturales. El objetivo del presente trabajo fue realizar la caracterización de la macrofauna bentónica en el bloque COL 10 ubicado en el extremo norte del Caribe colombiano, con el fin de crear una línea base de conocimiento que sirva como insumo para su gestión y conservación. Se recolectaron mediante Box Corer, un total de 10 muestras entre los 2.880 y 4.220 m de profundidad las cuales se procesaron en laboratorio e ingresaron a las colecciones del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC) – Makuriwa del INVEMAR. Se cuantificaron un total de 321 organismos incluidos en 77 familias o taxones y nueve phyla: Annelida, Arthropoda, Bryozoa, Cnidaria, Mollusca, Nematoda, Nemertea, Platyhelminthes y Sipuncula. Annelida fue el grupo más representativo en cuanto a abundancia y número de taxones, predominando las familias Cirratulidae y Paraonidae. Los análisis de clasificación y ordenación muestran una diferenciación en la estructura comunitaria de las estaciones E612 (zona de cuenca oceánica) y E600 (en zona de cordillera oceánica). Este estudio provee los primeros aportes a la ecología y taxonomía de la macrofauna bentónica de profundidad del bloque COL 10 en el extremo norte del Caribe colombiano.

Palabras clave: Infauna, hidrocarburos, bentos marino, costa afuera, fondos blandos.

ABSTRACT: The benthic macrofauna includes those organisms that live within the marine sediment and are larger than 500 µm. Their study has been relevant to determine the health of benthos due to be considered good indicators of anthropic impacts and natural disturbances. The purpose of this study was to characterize the benthic macrofauna in the block COL 10 located in the northernmost Colombian Caribbean, in order to create a base line for its management and conservation. A total of 10 benthic samples were collected with a Box Corer between 2,880 and 4,220 m depth, which were processed at laboratory, and deposited in the collections of the Marine Natural History Museum of Colombia (MHNMC) - Makuriwa of INVEMAR. A total of 321 organisms were quantified, and are included in 77 families and/or taxa and nine phyla: Annelida, Arthropoda, Bryozoa, Cnidaria, Mollusca, Nematoda, Nemertea, Platyhelminthes and Sipuncula. Annelida was the most representative group in terms of abundance and number of taxa, with Cirratulidae and Paraonidae as dominating families. The classification and ordering analyzes shown a differentiation in the community structure in stations E612 (ocean basin area) and E600 (in oceanic mountain range area). The present study provides the first contributions to the ecology and taxonomy of deep sea benthic macrofauna in the block COL 10 located in the northernmost Colombian Caribbean.

Key words: Infauna, hydrocarbon, marine benthos, offshore, soft bottom

INTRODUCCIÓN

Las comunidades bentónicas incluyen aquellos organismos que viven en relación íntima con el fondo marino, ya sea para fijarse, escavarlo, marchar sobre su superficie o para nadar en sus vecindades sin alejarse de él (POHLE & THOMAS 2001). Los organismos bentónicos cumplen importantes papeles ejerciendo controles biológicos a través de la depredación (ÓLAFSSON 2003); representan un eslabón fundamental en el flujo de energía desde productores primarios hasta los peces y en el reciclaje de nutrientes (CRISP 1984); y en procesos físicos como la bioturbación, por medio de la cual mezclan los sedimentos marinos, aireándolo y favoreciendo el ciclo de nutrientes en el sustrato (WIDDICOMBE & AUSTEN 1999; BRAECKMAN & PROVOOST 2010). Entre las comunidades bentónicas, la macrofauna incluye organismos que tienen un tamaño mayor a 500 μm ; su estudio ha sido relevante para evaluar el estado de salud del bentos, debido a que son buenos indicadores de impactos generados por la actividad antrópica o por perturbaciones naturales.

El estudio de las comunidades bentónicas de profundidad en el Caribe colombiano se ha fortalecido en los últimos años, sin embargo, gran parte de esta información deriva de actividades de investigación o consultoría que permanece dentro de la literatura gris siendo necesaria su divulgación en el ámbito científico. Algunos de los estudios realizados en el Caribe colombiano profundo son el de TAVERA-MARTÍNEZ & MARCHANT (2017), quienes estudiaron los foraminíferos de la superfamilia Komokioidea; y MORALES-NUÑEZ *et al.* (2017), quienes describen una nueva especie de tanaidaceo (Crustacea) del género *Sphyrapus* y reportan por primera vez la familia Sphyrapodidae en los mares colombianos. Por otro lado, SOLANO *et al.* (2008) monitorearon la macrofauna en el bloque Tayrona (Pozo Arazá I), y GARRIDO-LINARES *et al.* (2014a, 2014b), VIDES & ALONSO (2016) y VIDES *et al.* (2017), generaron la línea base ambiental de los bloques de exploración de hidrocarburos Guajira Offshore 3, COL 4 y 5, COL 1 y 2, y COL 3.

Además de ser una herramienta científica relevante, la investigación del bentos profundo trae consigo desafíos y retos en cuanto a la logística de embarcaciones, personal entrenado tanto para la toma y preservación de muestras, como para la identificación taxonómica y análisis de información, entre otros aspectos, por lo cual, la obtención de información biológica en sitios costa afuera, como en este caso, tienen un valor agregado. Asimismo, la diversidad y abundancia de especies bentónicas a grandes profundidades es subestimada, precisamente por falta de conocimiento acerca de su estructura. Para el extremo norte del Caribe colombiano profundo, específicamente el área denominada como bloque COL 10, no se conocen estudios que involucren comunidades bentónicas macrofaunales, por lo cual, el objetivo de este estudio fue la caracterización de la macrofauna bentónica en dicha área, con el fin de crear una línea base de conocimiento que sirva como insumo para su gestión y conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El bloque COL 10, corresponde a una de las áreas marinas costa afuera en el Caribe colombiano ofertadas por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) para posible exploración y explotación por el sector de hidrocarburos. Se encuentra ubicado en el extremo nororiental del Caribe colombiano frente al departamento de La Guajira a unos 214 km desde la línea de costa del municipio de Riohacha, entre las coordenadas 14°22'50,74"N - 72°40'36,72"O en la región noroccidental del bloque y los 13°29'56,41"N - 71°38'56,60"O al suroriente del mismo, con un conjunto de geoformas específicas del lugar (Fig. 1).

Es una de las áreas marinas más remotas del territorio colombiano marino, sobre el Paso de Aruba (Aruba Gap), abarcando una porción sobre la Beata Ridge, una cresta submarina del lecho sur del Mar Caribe. La cresta de Beata se extiende al sur-suroeste desde el cabo de Beata en la isla Hispaniola y divide esta parte del mar en dos áreas distintas, las planicies abisales de Colombia y Venezuela. El Paso de Aruba, constituye una conexión estrecha entre estas dos cuencas, trunca la cresta de Beata antes de que alcance el talud continental de América del Sur (VIDES & ALONSO 2018).

Fase de campo

Durante la ejecución del proyecto de investigación se realizaron dos campañas de exploración biológica – oceanográfica para la toma de datos y muestras: la primera entre el 9 de abril y 17 de mayo de 2018 a bordo del Remolcador Modificado - R/M María José II, y la segunda entre el 23 de agosto y 2 de septiembre de 2018 a bordo del buque RALEIGH B de la compañía Serport S.A. (VIDES & ALONSO 2018). Se realizaron dos campañas debido a que, durante la primera se presentaron fuertes condiciones climáticas que acarrearón daños técnicos que limitaron el cumplimiento del plan inicial de crucero.

Se recolectaron muestras bentónicas en 10 estaciones de muestreo con profundidades entre los 2.888 y 4.220 m, mediante Box Corer tipo Gomex con un área de recolección de 0,250 m². Para cada estación de muestreo se extrajo la muestra para la macrofauna delimitando con un marco metálico un área de 0,1 m². Cada muestra fue cernida a través de tamiz de 500 µm y lavada con agua de mar filtrada, para posteriormente ser depositada en bolsas plásticas debidamente rotuladas. A cada muestra se le agregó una solución narcotizante de cloruro de magnesio (70 g.L⁻¹) la cual se dejó actuar durante 15 minutos; posteriormente se fijaron las muestras en una solución de formalina al 10 % neutralizada con bórax y tratada con rosa de bengala para la tinción de los organismos y facilitar su posterior separación del sedimento.

Fase de laboratorio

Cada muestra se lavó con abundante agua filtrada a través de un tamiz de 500 µm para retener la macrofauna. Una vez eliminado el exceso de sedimento, las muestras se depositaron en bandejas plásticas blancas para la separación de los especímenes, la cual se realizó con la ayuda de lupas con lámparas. Los organismos extraídos del sedimento fueron depositados en frascos de vidrio con etanol 70 % y rotulados debidamente para su posterior identificación.

Se utilizaron estereoscopios para hacer la separación en grandes grupos biológicos y posteriormente, con ayuda adicional de microscopios compuestos y material de disección, se realizó la identificación

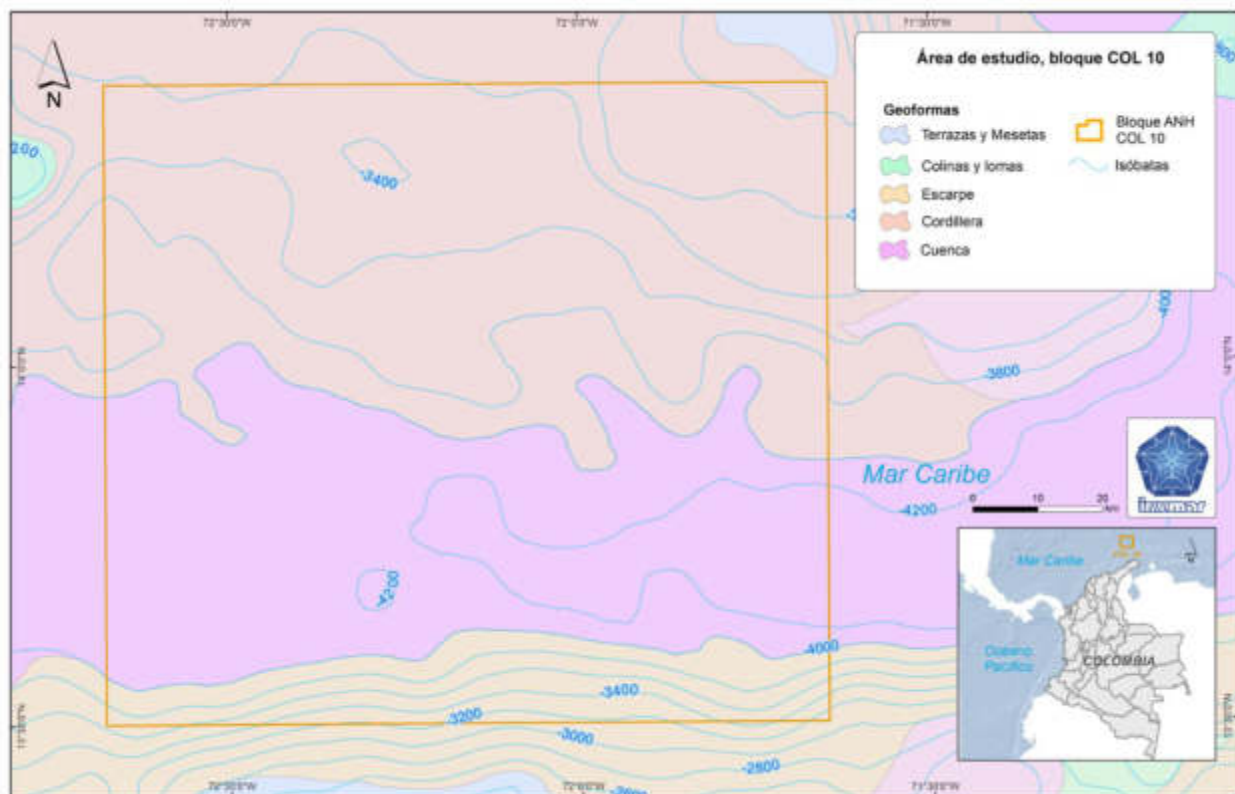


FIGURA 1. Área de estudio, bloque COL 10, extremo norte, Caribe colombiano. Mapa: LabSIS – INVEMAR, 2020

taxonómica a la categoría de familia, siendo este nivel recomendado en estudios ambientales (CLARKE & WARWICK 2001). Finalmente, el material fue rotulado y almacenado en viales con etanol al 70 % para su depósito en las colecciones del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC) – Makuriwa, del INVEMAR.

Análisis de la información

Posterior a la identificación taxonómica, con ayuda de herramientas ofimáticas, se estimaron atributos de densidad, abundancia, número de familias o taxones, y frecuencias de ocurrencia, los cuales se representaron gráficamente.

Asimismo, se realizaron análisis de clasificación y ordenación para determinar la variabilidad espacial de la comunidad macrofaunal según su composición. Para ello, se prepararon matrices de abundancias por taxón, transformando los datos a raíz cuadrada de conformidad con lo establecido en la Ley de Taylor para distribuciones agregadas (TAYLOR 1961). Para el análisis de clasificación se usó el análisis de perfiles de similitud (SIMPROF); y, el análisis de ordenación se realizó mediante la técnica de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS- Non-metric Multidimensional Scaling), usando en ambos casos el índice de Bray-Curtis. Estos análisis fueron realizados en el programa estadístico PRIMER v 6.0 (CLARKE & GORLEY 2006; ANDERSON *et al.* 2008).

RESULTADOS

Se identificaron 10 grupos biológicos macrobentónicos, entre los cuales el phylum Foraminifera fue altamente representativo en cuanto a las abundancias. Sin embargo, este grupo fue excluido de los análisis por dos razones: una, porque al momento de la recolección se incluyeron los especímenes tanto vivos como muertos (tanatocenosis), cuya posterior separación es difícil (la tinción con rosa de bengala parece no funcionar de manera general en el grupo). Y dos, por ser un grupo perteneciente al reino Chromista.

Para los nueve phyla macrofaunales restantes identificados, se cuantificaron un total de 321 organismos incluidos en 77 familias o taxones (TABLA 1): Annelida, Arthropoda, Bryozoa, Cnidaria, Mollusca, Nematoda, Nemertea, Platyhelminthes y Sipuncula. Annelida fue el phylum más abundante, con 152 individuos, abarcando el 47,4 % de la abundancia relativa, mientras que Platyhelminthes presentó la menor abundancia, con un único individuo registrado, representando 0,3 % de la abundancia relativa. Para el phylum Bryozoa, no se consideró la abundancia por tratarse de un grupo colonial. En cuanto al número de familias, Annelida fue predominante con 25 taxones registrados (32,5 % del total), mientras que Platyhelminthes registró un solo taxón (1,3 % del total).

El phylum Annelida estuvo representado principalmente por las familias de poliquetos Cirratulidae, Paraonidae, Capitellidae, Cossuridae y Spionidae. Para Arthropoda dominó el orden Tanaidacea en términos de frecuencia y abundancia, seguida del orden Isopoda. Cabe aclarar que, aunque se lograron diferenciar varios morfotipos de estos dos órdenes, permanecen aún sin una determinación taxonómica menor.

El phylum Nematoda estuvo representado por 65 individuos y 11 familias, de las cuales, las que tuvieron mayor aporte a la abundancia del grupo fueron Leptosomatidae con un 32%, seguida por Oncholaimidae (14 %), Oxystominidae (12 %), Phanodermatidae (9 %) y Thoracostomopsidae (8 %). Para el phylum Mollusca, el cual fue también representativo, se destaca la presencia de los bivalvos de las familias Nuculidae y Lucinidae, además del aplacophoro (Clase Caudofoveata) de la familia Prochaetodermatidae.

Para cada estación de muestreo se presentó una densidad promedio de 32,1 ($\pm$ 17,6) individuos en 0,1 m², con intervalos entre 10 individuos en 0,1 m² para la estación E612 en zona de cuenca oceánica, y 73 individuos en 0,1 m² para la estación E608 en zona de cordillera oceánica (Fig. 2). En cuanto al número de taxones por estación, se encontraron un promedio de 18,7 ($\pm$ 7,6), con intervalos entre 4 y 34 familias o taxones en 0,1 m² para las estaciones E612 y E608 respectivamente, siguiendo la tendencia que se

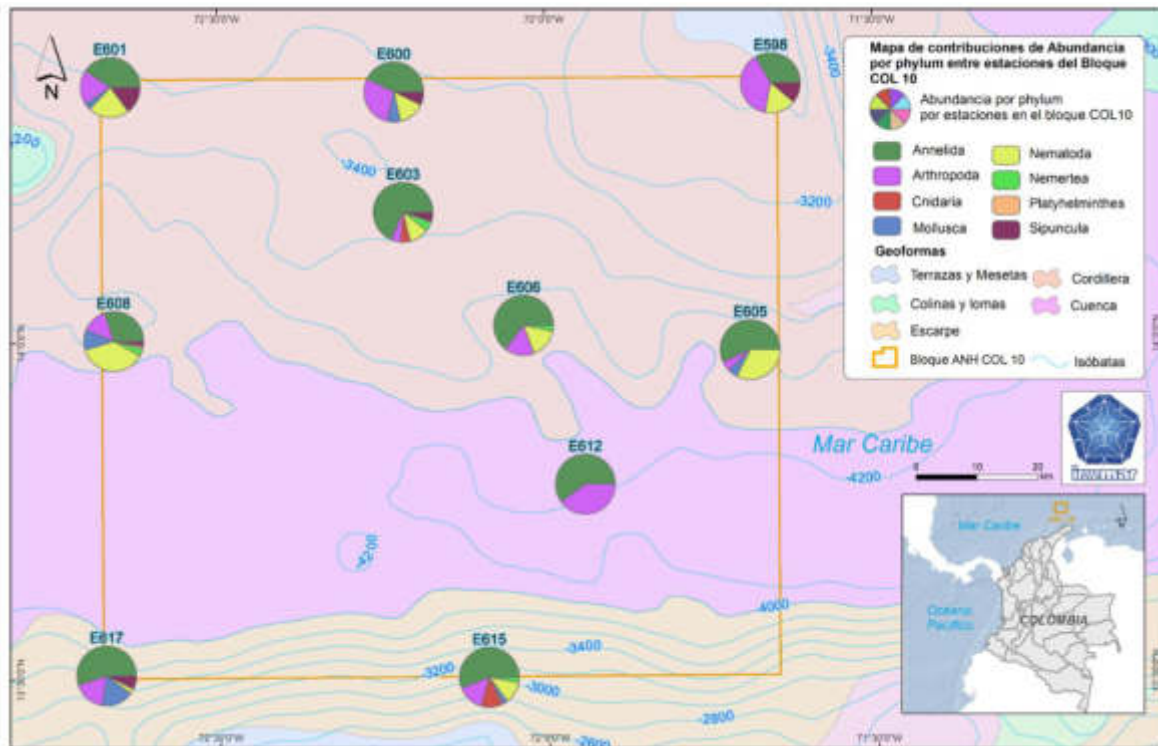


FIGURA 2. Abundancia por phylum de la macrofauna bentónica encontrada en 10 estaciones del bloque COL10. Mapa: LabSIS – INVEMAR, 2020.

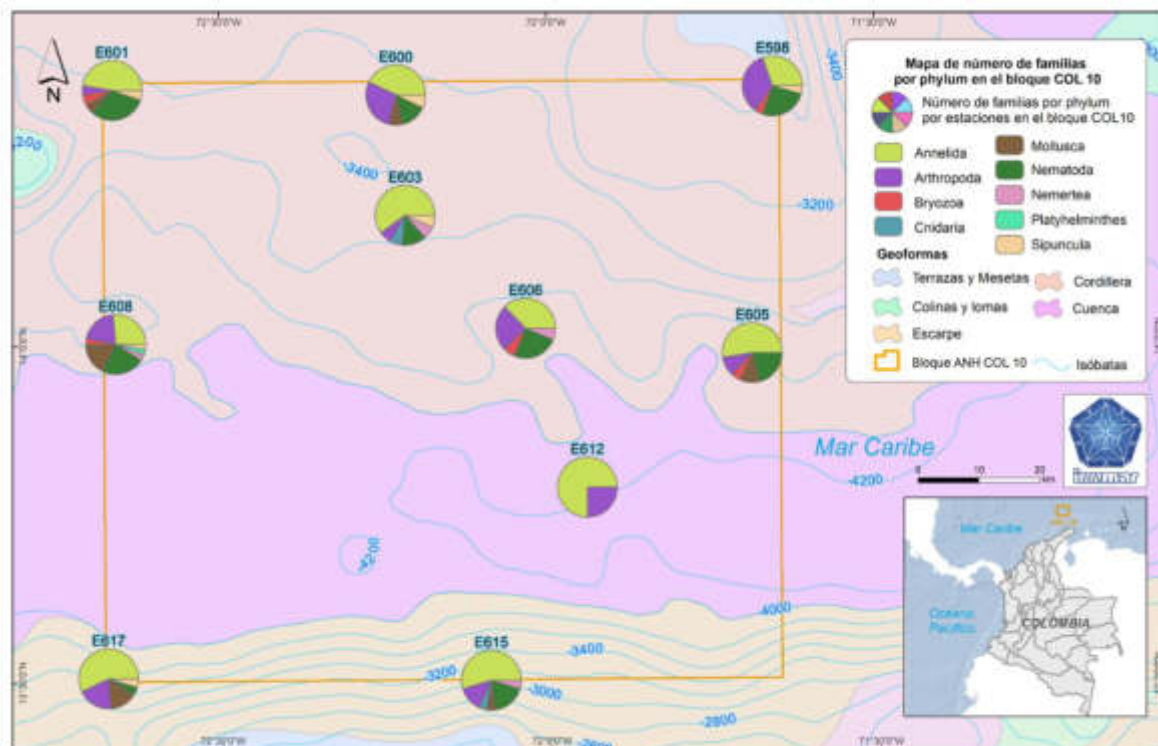


FIGURA 3. Número de familias por phylum de la macrofauna bentónica encontrada en 10 estaciones del bloque COL10. Mapa: LabSIS – INVEMAR, 2020

observó para la densidad de la macrofauna (Fig. 3). En ambos casos fueron los phyla Annelida, Arthropoda y Mollusca los que presentaron los mayores aportes independientes de la variación de dichos atributos entre las estaciones muestreadas. En términos generales fue observado el mismo patrón en toda el área, posiblemente a una mayor adaptabilidad o rangos de tolerancia de estos grupos taxonómicos.

En cuanto a la variación espacial en la comunidad macrofaunal, el análisis de clasificación muestra una disposición escalonada en el dendrograma sin evidencia clara de formación de grupos de estaciones. Sin embargo, la prueba de similaridad de perfiles (SIMPROF), muestra una separación de las estaciones E612 y E600 del resto, a una similaridad cercana al 30 %, con nivel de significancia del 5 %; estas presentaron los menores valores en términos de abundancia (10 individuos para E612 y 14 para E600), y número de familias (cuatro para E612 y 14 para E600) (Fig. 4a). El esquema escalonado en este análisis indica similaridad en las distancias entre estaciones y que el porcentaje al que se separa una estación de la siguiente en el patrón visual es reducido por lo que las variaciones en el número de individuos y taxones entre los puntos de muestreo son estructuralmente parecidas (CLARKE & WARWICK 2001); así, la agrupación formada por ocho de las estaciones muestreadas en el área de estudio (líneas rojas Fig. 4a), registra intervalos de abundancias entre 19 y 73 individuos, y entre 15 y 34 taxones en las estaciones E603 y E608, respectivamente.

Por otra parte, la estación E612 que tiene la mayor profundidad del área (4.218 m) y presentó los menores valores en número de taxones y abundancia, representa una aparente relación inversa con la profundidad; sin embargo, el mayor número de familias o taxones y densidad lo tiene la E608 con más del doble de abundancia y un 60 % más de riqueza que la estación E598 que es la menos profunda (2.870 m). De esta manera, lo que más se ajusta a la estructura comunitaria observada en el área del bloque COL 10 es la distribución en parches del bentos marino, los cuales tienen un óptimo en alguna parte del área o gradiente batimétrico muestreado (Fig. 5).

DISCUSIÓN

Mediante el presente estudio se logró caracterizar la macrofauna bentónica del bloque de exploración COL10, proveyendo análisis ecológicos descriptivos que determinan la composición y estructura de esta comunidad, además de los avances en la identificación taxonómica de los especímenes recolectados, contribuyendo de manera relevante al conocimiento que se tiene de las comunidades bentónicas en esta área remota del Caribe colombiano nunca antes estudiada.

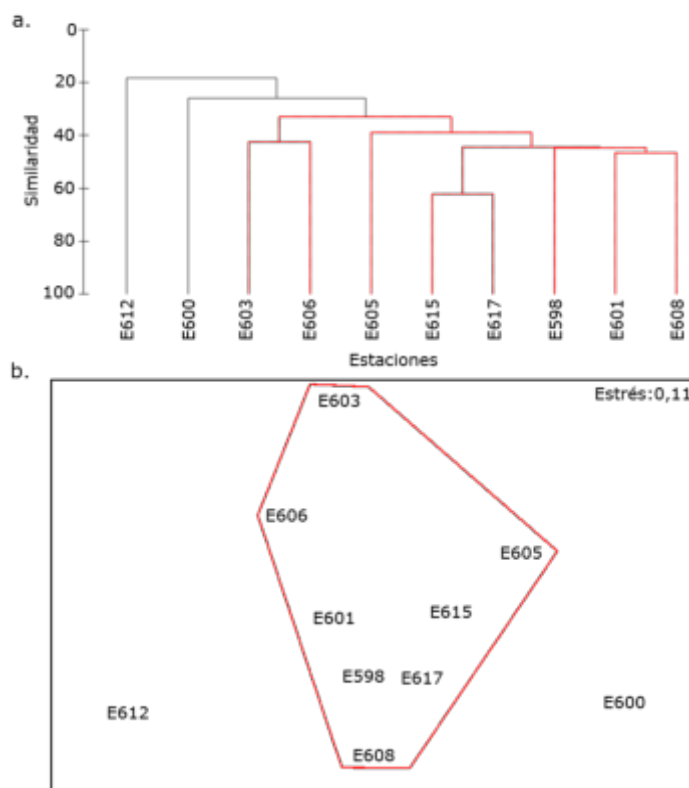


FIGURA 4. Análisis de variaciones espaciales en la comunidad, a. análisis de clasificación, similaridad de perfiles (Simprof); b. análisis de ordenación (nMDS)

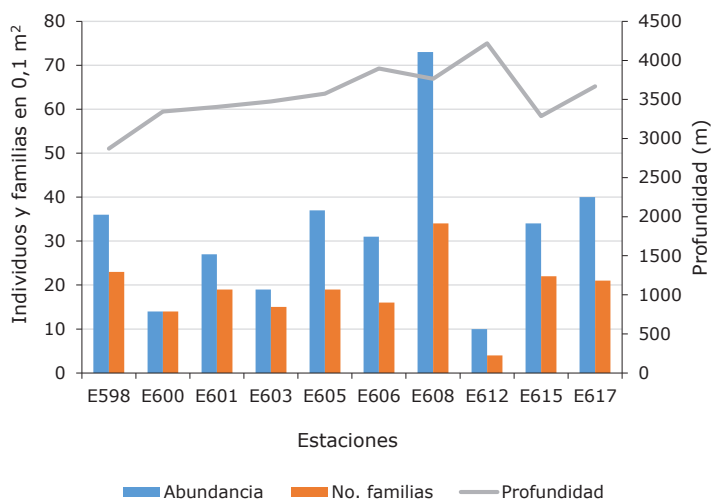


FIGURA 5. Relación por estación de la riqueza de taxones (número de familias) y la abundancia (número de organismos) con la profundidad en el área del bloque COL 10, Caribe colombiano.

TABLA 1. Composición y abundancia de la macrofauna bentónica del bloque COL 10, extremo norte del Caribe colombiano.

Phylum	Clase	Orden	Familia/taxón	Abund.	% FO	%AR
Annelida	Clitelatta	Enchytraeida	Enchytraeidae	3	30	1,6
		Haplotaxida	Naididae	3	30	1,6
	Polychaeta	Eunicida	Lumbrineridae	3	30	1,6
		Phyllodocida	Glyceridae	1	10	0,5
			Nereididae	5	50	2,7
			Phyllodocidae	2	20	1,1
			Pilargidae	6	60	3,2
			Syllidae	3	30	1,6
		Sabellida	Serpulidae	1	10	0,5
			Siboglinidae	1	10	0,5
		Spionida	Longosomatidae	1	10	0,5
			Spionidae	8	80	4,3
		Terebellida	Acrocirridae	2	20	1,1
			Ampharetidae	1	10	0,5
			Cirratulidae	8	80	4,3
			Sternaspidae	1	10	0,5
			Terebellidae	1	10	0,5
		-	Capitellidae	6	60	3,2
		-	Cossuridae	3	30	1,6
		-	Maldanidae	3	30	1,6
		-	Opheliidae	7	70	3,7
		-	Orbiniidae	1	10	0,5
		-	Oweniidae	3	30	1,6
		-	Paraonidae	9	90	4,8
		-	Scalibregmatidae	1	10	0,5
Arthropoda	Hexanauplia	Harpacticoida	Harpacticoida morfo1	7	70	3,7
	Malacostraca	Isopoda	Ischnomesidae	3	30	1,6
			Isopoda morfo1	1	10	0,5
			Isopoda morfo2	1	10	0,5
			Janiroidea morfo1	1	10	0,5
			Janiroidea morfo2	1	10	0,5
			Macrostylidae	2	20	1,1
		Tanaidacea	Apseudomorpha	1	10	0,5
			Apseudomorpha morfo1	1	10	0,5
			Apseudomorpha morfo2	1	10	0,5
			Colletteidae	1	10	0,5
			Tanaidomorpha	5	50	2,7
			Tanaidomorpha macho	1	10	0,5
			Tanaidomorpha morfo1	1	10	0,5
			Tanaidomorpha morfo2	1	10	0,5
			Tanaidomorpha morfo3	1	10	0,5
			Tanaidomorpha morfo4	1	10	0,5
			Tanaidomorpha morfo5	1	10	0,5
	Ostracoda	-	Ostracoda morfo1	1	10	0,5
		-	Ostracoda morfo2	1	10	0,5
		-	Ostracoda morfo3	1	10	0,5
	-	-	Crustacea morfo1	1	10	0,5

Phylum	Clase	Orden	Familia/taxón	Abund.	% FO	%AR
Cnidaria	Hydrozoa	Leptothecata	cf. Campanulariidae	1	10	0,5
	Scyphozoa	Coronatae	Nausithoidae	1	10	0,5
Mollusca	Bivalvia	Limida	Limidae	1	10	0,5
		Lucinida	Lucinidae	5	50	2,7
		Mytilida	Mytilidae	1	10	0,5
		Nuculida	Nuculidae	3	30	1,6
		-	Thraciidae	2	20	1,1
		-	Bivalvia morfo1	1	10	0,5
	Caudofoveata	Chaetodermatida	Prochaetodermatidae	1	10	0,5
Nematoda	Chromadorea	Chromadorida	Chromadoridae	1	10	0,5
			Cyatholaimidae	2	20	1,1
		Desmoscolecida	Desmoscolecidae	1	10	0,5
		Monhysterida	Monhysteridae	3	30	1,6
	Enoplea	Enoplida	Enchelidiidae	5	50	2,7
			Ironidae	3	30	1,6
			Leptosomatidae	8	80	4,3
			Oncholaimidae	4	40	2,1
			Oxystominidae	5	50	2,7
			Phanodermatidae	3	30	1,6
			Thoracostomopsidae	2	20	1,1
Nemertea	Pilidiophora	Heteronemertea	cf. Lineidae	1	10	0,5
	-	-	Nemertea morfo1	2	20	1,1
	-	-	Nemertea morfo2	1	10	0,5
Platyhelminthes	-	-	Platyhelminthes	1	10	0,5
Sipuncula	Phascolosomatida	Phascolosomatida	morfo1 Phascolosomatidae	1	10	0,5
	Sipunculidea	Golfingiida	cf. Golfingiidae	4	40	2,1
	-	-	Sipuncula morfo1	1	10	0,5
Bryozoa	-	-	Bryozoa morfo1	2	20	1,1
	-	-	Bryozoa morfo2	2	20	1,1
	-	-	Bryozoa morfo3	1	10	0,5

Abund: Abundancia; FO: Frecuencia de Ocurrencia; AR: Abundancia Relativa / Abund: Abundance; FO: Occurrence Frequency; AR: Relative Abundance

En términos generales, se considera típico que la comunidad macrofaunal en este caso esté representada por cuatro phyla: Annelida, Arthropoda, Mollusca y Nematoda, los cuales presentan el mayor número de taxones y de individuos en este estudio. Estos resultados se deben a características propias de cada grupo, como es el mayor grado de organización respecto a otros invertebrados bentónicos aquí reportados, reflejado en la presencia de cefalización y órganos sensoriales, estructuras bucales como probóscides eversibles o provistas de dientes quitinosos, los tamaños que pueden alcanzar, apéndices especializados para el movimiento dentro del sedimento y construcción de tubos o madrigueras para su protección. Estas particularidades les representan las fortalezas para sobrevivir y dominar en su ambiente, por lo que son descritos como exitosos en la colonización de sedimentos marinos (FAUCHALD & JUMARS 1979; ROUSE &

PLEIJEL 2001; CARRASCO 2013). Los demás phyla registrados corresponden a taxones característicos del bentos marino, que, aunque normalmente no se destacan por altas riquezas y densidades, se resalta lo valioso de su ocurrencia en el mar profundo.

Esta estructura comunitaria en el bentos, conformada por grupos vermiformes como anélidos y nematodos, y otras formas como artrópodos y moluscos, han sido descritas también por VIDES *et al.* (2017) y GARRIDO-LINARES *et al.* (2014b) en áreas profundas del Caribe colombiano correspondiente a los bloques de exploración designados por la ANH como COL 1, COL 2, COL 3, COL 4 y COL 5. Cabe mencionar que todos estos estudios en zonas de tal batimetría tienen un valor agregado debido al desafío que implica tomar muestras representativas en este tipo de zonas batiales y abisales, teniendo en cuenta las dificultades que incluyen su muestreo. Para este trabajo, se encontró una mayor riqueza a nivel de phylum, así como un mayor número de familias, respecto a los bloques antes mencionados.

En el presente trabajo se encontró que, los mayores aportes de abundancia y número de familias fueron de los phyla Annelida, Nematoda y Arthropoda, que son resultados muy similares a los reportados en los bloques de exploración COL 4 y COL 5; a diferencia de los bloques COL 1 y COL 2 en donde el phylum Arthropoda superó a Annelida en dichos atributos de la comunidad (VIDES *et al.* 2017; GARRIDO-LINARES *et al.* 2014b; CÁRDENAS *et al.* 2017). Esta organización comunitaria del bentos marino, observada en los diferentes bloques del Caribe colombiano, en la que en términos generales los organismos pertenecientes a los phyla Annelida, Nematoda y Arthropoda son los principales representantes, ha sido descrita como una ordenación típica de fondos blandos marinos desde zonas someras hasta las aquí descritas (CARRASCO 2013), siendo estos los grupos más importantes y representativos de las comunidades bentónicas y con papeles ecológicos claros que han permitido su articulación en el sedimento, manteniendo las características propias de cada grupo (KNOX 1977; McLACHLAN & BROW 2006; MARTÍ *et al.* 2007).

De los phyla predominantes en este estudio, el phylum Annelida estuvo representado principalmente por las familias de poliquetos Cirratulidae, Paraonidae, Capitellidae, Cossuridae y Spionidae, las cuales son comunes en sedimentos muy finos, siendo principalmente alimentadores de detritus depositado (depositívoros) y cavadores activos, especialmente Paraonidae y Capitellidae. Todas estas familias poseen proboscides pequeñas y musculosas, y sin apéndices tipo antenas o manchas oculares marcadas, dados sus hábitos alimenticios. A pesar de la dominancia de estas familias, favorecida por el tipo de sedimentos, el total para el phylum fue de 25 taxones, de los cuales 22 son de la clase Polychaeta y dos de la subclase Oligochaeta. Ambos grupos con amplia variedad de hábitos de alimentación y diferentes características morfológicas, con carnívoros activos con grandes proboscides armadas con mandíbulas y dientes quitinosos fuertes (i.e. Nereididae, Glyceridae), formas suspensívoras cuya región cefálica se ha modificado a coronas tentaculares especializadas para filtrar (i.e. Ampharetidae, Serpulidae, Siboglinidae, Terebellidae), y también un gran número de depositívoros que incluyen a los oligoquetos encontrados de las familias Enchytraeidae y Naididae (VIDES & ALONSO 2018).

En cuanto al phylum Arthropoda, se encontró una predominancia del orden Harpacticoida el cual se caracteriza por ser ampliamente diverso y encontrarse tanto en zonas profundas como someras, e incluso aguas salobres y dulces, con preferencia por las capas superficiales del sedimento (CARAMUJO 2015). Pese a que son extremadamente abundantes, su pequeño tamaño y fragilidad hacen que se fragmenten fácilmente dificultando su identificación, tal y como es el caso en esta investigación. Tanaidomorpha (suborden), fue el segundo grupo predominante de este phylum en términos de abundancia; pueden encontrarse en casi cualquier tipo de hábitat marino: desde lagos hiperhalínicos hasta zonas intersticiales hipohalinas, marismas y manglares y hasta los hábitats abisales más profundos (BLAZEWCZ-PASZKOWYCZ *et al.* 2012).

El phylum Nematoda fue el tercer grupo dominante en especial de las familias Leptosomatidae, Oncholaimidae, Oxystominidae, Phanodermatidae y Thoracostomopsidae. La dominancia de estas familias en profundidades tan altas se debe al tipo de alimentación que tienen; SHARMA *et al.* (2011) lo explica, basado en la clasificación por grupos tróficos propuestos por WIESER (1953) cuyo fundamento es la forma

del aparato bucal y los hábitos alimenticios. De esta manera, las familias depositívoras selectivas como lo son las familias Leptosomatidae y Phanodermatidae aparentemente predominan a mayor profundidad y desplazan a los detritívoros no selectivos, como los integrantes de la familia Monhysteridae, que prevalecen en las aguas más someras. Asimismo, de acuerdo con SHARMA *et al.* (2011), la familia de depredadores como Thoracostomopsidae, se encuentran a mayores profundidades, donde tienen competencia reducida y menor depredación.

Para el phylum Mollusca, se destaca la presencia de los bivalvos de las familias Nuculidae y Lucinidae, además del aplacophoro (clase Caudofoveata) de la familia Prochaetodermatidae. Esta última familia incluye organismos pequeños, generalmente de menos de 5 mm, cubiertos con espículas de aragonita de aspecto relucientes (IVANOV & SCHELTEMA 2002). Este reporte resulta bien interesante, debido a que comprende especies en su mayoría de aguas profundas, que a pesar de ser descritas con una amplia distribución a nivel mundial, incluida el Caribe colombiano (GRACIA *et al.* 2013), es aún poco lo que se conoce de ellos; su importancia en el bentos profundo se debe a la baja riqueza de especies del grupo (SCHELTEMA 1997), insinuando un alto grado de exclusividad de su nicho. En cuanto a la familia Nuculidae, ésta se caracteriza por poseer una concha de aragonita, y colores nacarados, con conchas triangulares a ovaladas que generalmente son pequeñas, infladas y carecen de sifones (COAN & VALENTICH-SCOTT 2012). Estos bivalvos son característicos de sedimentos bioclásticos no compactados, que se pueden encontrar desde litorales someros hasta profundidades abisales (KILBURN 1999). Por el contrario, los especímenes de la familia Lucinidae que también presentan una concha de aragonita, son generalmente redondeados; aunque habitan las grandes profundidades como en el caso de este estudio en donde fueron encontrados entre 3.287 a 3.764 m de profundidad, son más diversos y abundantes en hábitats tropicales de aguas poco profundas (GLOVER & TAYLOR 2007).

El bentos marino es un ecosistema con una muy alta variedad de organismos, diferentes en formas, funciones, ecología y evolución. Por tal razón, se encontraron otros tipos de organismos característicos y típicos del bentos, cuya importancia principal es el registro de su presencia en el ecosistema, ya que evolutivamente no corresponden a grupos muy diversificados. En este sentido, se tienen importantes reportes de organismos pertenecientes a los phyla Sipuncula, Cnidaria y Nemertea. Asimismo, aunque menos dominantes en esta investigación, los registros de platelmintos y briozoos a estas profundidades proveen valiosa información de la amplia diversidad del bentos profundo del Caribe, además de la importancia de contar con dicho material biológico para futuros estudios.

La estructura general de la comunidad macrofaunal en estudio muestra evidentes variaciones en su composición y densidad, no siendo claro que se deba a una relación inversa con la profundidad. Si bien ha sido descrito que a mayor profundidad es menor la densidad y diversidad (ESCOBAR-BRIONES *et al.* 1999; ROWE & KENNICUTT 2001; CARVALHO *et al.* 2013), actualmente existen replanteamientos al respecto. Es el caso de grupos de crustáceos como isópodos y tanaidáceos, en los cuales se ha observado que su riqueza de especies aumenta en la medida en que aumenta la profundidad, y que es hasta después de los 1.000 m que su riqueza se estandariza (MEURANT 1982); tomando fuerza el hecho que en las grandes profundidades la diversidad de especies bentónicas es subestimada pero por falta de conocimiento.

Es necesario tener en cuenta las limitaciones metodológicas durante el desarrollo del presente estudio para futuras investigaciones, como lo fueron muestreos atemporales debido a problemas climáticos y que se lograron solventar gracias a fortalecimiento técnico en equipamiento y reprogramación a una temporalidad climática más adecuada. Asimismo, es importante considerar que hubo limitaciones en cuanto a la parte taxonómica ya que muchos de los especímenes recolectados no se encontraron en óptimas condiciones de identificación. El factor tiempo y la falta de expertos en algunos grupos taxonómicos limitó la identificación a un nivel taxonómico menor. Sin embargo, dicho material se encuentra depositado en las colecciones del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC) – Makuriwa del INVEMAR, susceptible a nuevas consultas teniendo en cuenta los procedimientos establecidos por el MHNMC para tal fin.

Finalmente, el estudio de la macrofauna bentónica de profundidad para el Caribe colombiano, ha sido una labor que se ha fortalecido en la última década, siendo una posibilidad de investigación en el país, que se ha desarrollado debido al interés del sector de hidrocarburos por definir nuevas áreas de exploración. Por ello, es necesario fortalecer la línea base de información biológica, oceanográfica y geofísica del mar profundo, para definir adecuadas estrategias de asignación, exploración y explotación de este recurso no renovable. Asimismo, teniendo en cuenta que el bloque COL10 corresponde a una de las áreas de exploración que ha sido definida por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), más remota y de difícil acceso en el Caribe colombiano, esta investigación provee información clave para el conocimiento del bentos profundo además de dar luces para posibles nuevas investigaciones desde otras perspectivas biológicas más detalladas en las áreas como la sistemática, ecología y biogeografía, para una mejor comprensión de la macrofauna de profundidad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los editores de este tributo especial como homenaje al Dr. ILDEFONSO LIÑERO-ARANA, cuyos aportes al estudio de los poliquetos fueron fundamentales para el avance en el conocimiento de dicho grupo; el profesor MIKEL será siempre recordado. Asimismo, los autores agradecen a la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), al Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” – INVEMAR y los investigadores que participaron del proyecto “*Estudio técnico ambiental de línea base en el área de evaluación COL 10, extremo norte del Caribe colombiano*”. Al Laboratorio de Servicios de Información del INVEMAR – LabSIS, por el apoyo en la elaboración de mapas. A MANUEL GARRIDO, ERIKA MONTOYA y MIGUEL MARTELO por su gestión durante la ejecución del proyecto y en general a los investigadores del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC) – Makuriwa, del INVEMAR. A los evaluadores anónimos del presente documento. Este artículo corresponde a un subproducto del proyecto en mención, el cual se enmarca en el Convenio Interadministrativo 340 de 2018 firmado entre la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” – INVEMAR. Contribución de INVEMAR No. 1400.

REFERENCIAS

- ANDERSON, M., R. N. GORLEY & R. K. CLARKE. 2008. *Permanova+ for Primer: Guide to Software and Statistical Methods*. Primer-E Limited. 218p.
- BLAZEWICZ-PASZKOWYCZ, M., R. BAMBER & G. ANDERSON. 2012. Diversity of Tanaidacea (Crustacea: Peracarida) in the world's oceans—How far have we come? *PLoS One* 7(4): e33068. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033068>>
- BRAECKMAN, U. & P. PROVOOST. 2010. “Role of macrofauna functional traits and density in biogeochemical fluxes and bioturbation.” *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 399: 173-186.
- CÁRDENAS, A., D. YEPES, E. MONTOYA, L. TAVERA, M. A. MUTIS, M. GARRIDO & Y. CONTRERAS. 2017. Línea base ambiental de los bloques COL1 y COL2 en la cuenca sedimentaria del Caribe colombiano. Informe Técnico Final. Temática 1. 329 P.P. En: Levantamiento de información ambiental de sistemas marinos y costeros sobre el Caribe colombiano Fase II Eds, VIDES, M. & D. ALONSO. Convenio 167 ANH- INVEMAR. Informe técnico final. INVEMAR, Santa Marta. 603 p.
- CARAMUJO, M. J. 2015. Manual Clase: Maxillopoda: Copepoda Orden HARPACTICOIDA. Revista IDE@ - SEA, 91A: 1–12. ISSN 2386-7183 1. Ibero Diversidad Entomológica @ccesible <www.sea-entomologia.org/IDE@>
- CARRASCO, F. D. 2013. *Organismos del bentos marino sublitoral: algunos aspectos sobre abundancia y distribución*. Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos. Chile-Universidad de Concepción, NULL. 34 pp.

- CARVALHO, R., C. WEI, G. ROWE & A. SCHULZE. 2013. Complex Depth-related patterns in taxonomic and functional diversity of polychaetes in the Gulf of Mexico. *Deep-Sea Res.* I.80: 66-77.
- CLARKE, K.R. & R.M. WARWICK. 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council. UK. 141 p.
- CLARKE, K. & R. WARWICK. 2001. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth Marine Laboratory. United Kingdom. 172 p.
- CLARKE, K. & R. N. GORLEY. 2006. PRIMER v6: user manual / tutorial. PRIMER-E, Plymouth, UK. 190 p.
- CRISP, D. J. 1984. *Energy flow measurements*. En: *Methods for the study of marine benthos*. Eds. N.A. Holme & A.D. MCINTTYRE. Blackwell, Oxford: IBP Handbook 16: 284-367.
- COAN, E. V. & P. VALENTICH-SCOTT. 2012. Bivalve seashells of tropical west America. Santa Barbara, CA: Santa Barbara Museum of Natural History. 1223p.
- ESCOBAR-BRIONES, E., M. SIGNORET & D. HERNÁNDEZ. 1999. Variación de la densidad de la infauna macrobéntica en un gradiente batimétrico: Oeste del Golfo de México. En: Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California México. 25(2): 193-212.
- FAUCHALD, K. & P. A. JUMARS. 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 17:193-284.
- GARRIDO-LINARES, M., D. ALONSO-CARVAJAL, J. GUTIÉRREZ-SALCEDO, E. MONTOYA-CADAVID, A. MONTOYA-CADAVID, M. BASTIDAS & A. JIMÉNEZ. 2014a. Línea base ambiental del bloque de exploración de hidrocarburos Guajira Offshore 3 en el Caribe Colombiano. Informe técnico final. Santa Marta. INVEMAR - ANH, Santa Marta, 342. p. +Adjuntos + Anexos.
- GARRIDO-LINARES, M., D. ALONSO-CARVAJAL, M. RUEDA, C. RICAURTE, A. POLANCO, A. CÁRDENAS, C. CEDEÑO, E. MONTOYA, E. ESCARRIA, F. DORADO, J. M. GUTIÉRREZ, K. AYALA, L. TAVERA, M. A. MUTIS, M. I. AGUILAR, M. VIDES-CASADO, O. RODRÍGUEZ, V. YEPES-NARVÁEZ, J. PIZARRO, F. VALENCIA, A. RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ, M. MURCIA, C. PEÑA, M. BASTIDAS-SALAMANCA & C. GIRALDO. 2014b. Informe técnico Final “Línea base ambiental preliminar de los bloques de exploración de hidrocarburos Caribe colombiano: fase COL 4 y COL 5. INVEMAR-ANH, Santa Marta, 284+anexos.
- GLOVER, E. A. & J. D. TAYLOR. 2007. Diversity of chemosymbiotic bivalves on coral reefs: Lucinidae of New Caledonia and Lifou (Mollusca, Bivalvia). *Zoosystema* 29: 109– 181.
- GRACIA, A., FONTALVO & E. L.C. GÁMEZ. 2013. La clase Caudofoveata (Mollusca) en el Mar Caribe colombiano. *Bol. Invest. Mar. Costeras* 42(2): 421-424.
- IVANOV, D. L. & A. H. SCHELTEMA. 2002. Prochaetodermatidae of the Indian Ocean collected during Soviet VITYAZ cruises 1959–1964 (Mollusca: Aplacophora). *Molluscan Res.* 22(2): 183-202.
- KILBURN, R. N. 1999. The family Nuculidae (Bivalvia: Protobranchia) in South Africa and Mozambique. *Annal. Natal Mus.* 40(1): 245-268.
- KNOX, G. 1977. *The role of polychaetes in benthic soft-bottom communities*. En: *Essays of polychaetous annelids in memory of Dr. Olga Hartman*. Eds, D. REISH & K. FAUCHALD. Allan Hancock Foundation, Los Angeles. 547-604.
- MARTÍ, E., J. TORRES-GAVILÁ, J. TENA, M. RODILLA, A. SÁNCHEZ-ARCILLA, M. MESTRES & C. MÖSSO. 2007. Temporal changes in mollusk and polychaete communities in the soft bottom of Cullera Bay (Western Mediterranean). *J. Coast. Res.*: 76- 83.

- MCLACHLAN, A. & A. C. BROWN. 2006. *The ecology of sandy shores*. Second edition. 351 pp.
- MEURANT, G. 1982. *The Biology of Crustacea: Systematics, The Fossil Record, and Biogeography* (Vol. 1). Academic press. 319p.
- MORALES-NUÑEZ, A. G., C. MORALES-RUIZ & N. E. ARDILA. 2017. First record of the family Sphyrapodidae Gutu, 1980 (Crustacea: Peracarida: Apseudomorpha) with the description of a new species of *Sphyrapus* from the Colombian Caribbean, *PeerJ* 3947; <doi:10.7717/peerj.3947>
- ÓLAFSSON, E. 2003. "Do macrofauna structure meiofauna assemblages in marine soft-bottoms? A review of experimental studies." *Vie Milieu* 53(4): 249-264.
- POHLE, G. & T. THOMAS. 2001. *Marine biodiversity monitoring. Monitoring protocol for marine benthos: intertidal and subtidal macrofauna*. New Brunswick, Canada: Huntsman Marine Science Center, 28 p.
- ROUSE, G. W. & F. PLEIJEL. 2001. *Polychaetes*. New York, USA: Oxford University Press. 353 p.
- ROWE, G. & M. KENNICUTT. 2001. Deepwater program: Northern Gulf of Mexico continental slope habitats and benthic ecology. New Orleans: U.S. Department of the Interior. 158 p.
- SCHELTEMA, A. H. 1997. Aplacophoramolluscs: Deep-sea analogs to polychaetes, *Bull. Mar. Sci.* 60: 575-583.
- SHARMA, J., J. BAGULEY, B. A. BLUHM & G. ROWE. 2011. Do meio-and macrobenthic nematodes differ in community composition and body weight trends with depth? *PLoS One*, 6 (1), e14491 <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014491>>
- SOLANO, O. D., C. SÁNCHEZ, L. ESPINOSA, M. RUEDA, A. BÁEZ, E. ESCARRIA, M. MURCIA, F. CORTÉS, H. F. SÁENZ, W. GUALTEROS & D. VEGA. 2008. Monitoreo ambiental de la calidad de aguas, sedimentos y comunidades marinas en la zona de influencia directa del Pozo Exploratorio Arazá I. INVEMAR, Coordinación de Servicios Científicos. Informe Técnico Final, para la empresa PETROBRAS Colombia Ltd., Santa Marta. 322p + Anexos.
- TAVERA-MARTÍNEZ, L. & M. MARCHANT. 2017. Presence of Foraminifera of Superfamily Komokioidea (Order Astrorhizida) in Colombian deep Caribbean waters. *Zootaxa* 4337 (4): 553–562.
- TAYLOR, L. R. 1961. Aggregation, Variance, and The Mean. *Nature*. 189:732-735.
- VIDES M. & D. ALONSO. (Eds.). 2016. Levantamiento de información ambiental de sistemas marinos y costeros sobre el Caribe colombiano Fase II. Convenio 167 ANH- INVEMAR. Informe técnico final. INVEMAR, Santa Marta. 603 p.
- VIDES M., M. SANTOS-ACEVEDO & D. ALONSO (Eds.). 2017. Estudio técnico ambiental de línea base en el área de evaluación COL 3 sobre la cuenca sedimentaria del Caribe Colombiano. Informe Técnico Final. Convenio 139-17. ANH- INVEMAR. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, Santa Marta. 376 p.
- VIDES M. & D. ALONSO (Eds.). 2018. Estudio técnico ambiental de línea base en el área de evaluación COL 10, extremo norte del Caribe colombiano. Informe Técnico Final. Convenio 340-18. ANH- INVEMAR. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, Santa Marta. 416 p.
- WIDDICOMBE, S. & M. C. AUSTEN. 1999. "Mesocosm investigation into the effects of bioturbation on the diversity and structure of a subtidal macrobenthic community." *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 189: 181-193.
- WIESER, W. 1953. La relación entre la forma de la cavidad oral, la dieta y la ocurrencia en nemátodos marinos de vida libre. *Arkiv für Zoologie* 4: 439–484.

Recibido: Octubre 2024.

Aceptado: Diciembre 2024.

BIONOMÍA BENTÓNICA COSTERA DE LA ISLA DE CUBAGUA (VENEZUELA).

I. COSTA ESTE Y OESTE

ALFREDO GÓMEZ & FERNANDO CERVIGÓN[†]

Museo Marino de Margarita y Universidad de Oriente (Nueva Esparta) Boca del Rio, Venezuela
agomezgaspar@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-002-2430-2738>

RESUMEN: Entre 2001 y 2004 se estudio la bionomía bentónica costera de isla Cubagua, (Venezuela). Desde el mediolitoral se hicieron 48 transectos (longitud 100 m), marcados cada 25 m. En cada marca se coloco cuadrata (50 cm, 0,25 m²) para extraer sustrato y buceando (apnea) se extrajeron muestras biológicas introduciendo el material en saco para separar el macrobentos. Por observación se determinó distribución de comunidades del transecto y hasta 25 m a cada lado. A los 100 m se midió la temperatura y muestras para analizar la salinidad y el oxigeno del agua. Se colectaron peces utilizando chinchorro de 25 m (abertura malla 5 mm). Para sedimentología se extrajo arena del mediolitoral, a 50 y 100 m de la playa. En la costa Este, las playas arenosas son: Playa El Medio, El Mercado y Chiripicú; las playas rocosas con partes arenosas: Punta Charagato, Melico, La Cabecera, Chucuruco, Punta Yirú y La Garza, El Obispo es playa arenofangosa. En esta costa es notorio deterioro del fondo por el tránsito de ferries rápidos que resuspenden arena, que cubre vida bentónica (corales) y colmatan lajas; sin embargo, no se atribuye a los ferries la mortalidad de corales *Acropora* en Punta Charagato y El Mercado, porque hay colonias florecientes. En costa Oeste las playas arenosas son: Punta Arenas, Punta El Cardón, Punta El Amparo, Playa Cautaro y Ladera Brasil; las playas rocosas: Playa Las Iguanas, Punta La Horca, La Pedregosa, La Choleadora y Punta Brasil. En Punta Arenas se modificó el borde costero, por formación de punta arenosa (> 300 m) que entra al mar. En La Cabecera, la introducida alga rodófito *Kappaphycus alvarezii*, cubre parte de inmensas colonias de *Millepora*, causando blanqueamiento y puede afectar la biodiversidad de comunidades con gran interés ecológico, las *Millepora* tienen extraordinario atractivo visual. Se colectaron nuevas especies, el cangrejo *Calyptraeotheres hernandezi* HERNÁNDEZ-ÁVILA & CAMPOS 2006 y el pez *Ophioscion gomezi* CERVIGÓN 2011.

Palabras claves: comunidades bentónicas, macrobentos, isla de Cubagua, Nueva Esparta

ABSTRACT: Between 2001 and 2004, the benthic bionomy of Cubagua Island (Venezuela) was studied. From the midlittoral, 48 transects of 100 m in length were made, marked every 25 m where a quadrata (50 cm, 0.25 m²) was placed to extract substrate and biological samples. By free-diving (apnea) we extracted representative samples by placing the material into a bag and then the macrobenthos was separate. By direct observation, distribution of communities was determined along the transect and up to 25 m on each side. At 100 m from the coast, the water temperature was measured and samples to analyze salinity and oxygen. Fishes were collected using a 25 m beach seine (mesh 5 mm). The sedimentology was studied by extracting sand from the midlittoral, 50 and 100 m from the beach. On the east coast, the sandy beaches are: Playa El Medio, El Mercado and Chiripicú; the rocky beaches with sandy portions are: Punta Charagato, Melico, La Cabecera, Chucuruco, Punta Yirú and La Garza; El Obispo is a sandy-muddy beach. On the east coast, the deterioration of the seabed is noticeable due to the transit of fast ferries whose waves resuspend sand and cover benthic life (corals) and clogging the slabs. However, the massive mortality of *Acropora* corals of Charagato and El Mercado cannot be attributed to the ferries, because some flourishing colonies were observed. In the west coast the sandy beaches are: Punta Arenas, Punta El Cardón, Punta El Amparo, Playa Cautaro west and Ladera Brasil; the rocky beaches are: Playa Las Iguanas, Punta La Horca, La Pedregosa, La Choleadora and Punta Brasil. In Punta Arenas, the coastal edge has been modified by a sandy point (>300 m) that enter the sea. In La Cabecera, the introduced rhodophyte algae *Kappaphycus alvarezii* covers part of the *Millepora* colonies, causing coral bleaching, this exotic species can affect the biodiversity of immense *Millepora* communities which are spectacular, have great ecological interest and extraordinary visual appeal. New species were collected, the crab *Calyptraeotheres hernandezi* HERNÁNDEZ-ÁVILA & CAMPOS 2006 and the fish *Ophioscion gomezi* CERVIGÓN 2011.

Keywords: benthic communities, macrobenthos, Cubagua Island, Nueva Esparta

INTRODUCCIÓN

La isla de Cubagua está situada entre el sur de la isla Margarita y el norte de la Península de Araya, entre los 64° 09' y 64° 14' O y 10° 48'' y 10° 50'' N. Tiene una área de 22,4 km²; 7 km de longitud máxima y 5 km en la parte mas ancha, con perímetro de ~ 25 km. Está formada por rocas sedimentarias con fósiles

marinos del Cenozoico, Mioceno y Pleistoceno. La altura máxima alcanza 50 m en el cerro Punta Gorda, sobre la costa norte. La vegetación es xerofítica predominando los cardones *Ritterocercus sp.* y tunas *Opuntia caracasana*; además de retama, chipiricu, guasabana, guaritoto, “melones”, tuatúas etc. Apenas hay pocos árboles, ni manglares, excepto cuatro o cinco matas dispersas. Cerca de las playas existen praderas poco extensas de vegetación halófila rastrera que dominan *Sesuvium portulacastrum* y *Batis marítima*, ambas conocidas con nombre común de “vidrio”. La precipitación es muy escasa, el ambiente es desértico la mayor parte del año. Entre diciembre y febrero caen lluvias dispersas y verdean algunas matas, como la tuatua y pequeñas gramíneas.

El ambiente desértico está relacionado con características del mar circundante. Cubagua se encuentra en el centro del área afectada por el fenómeno oceanográfico denominado surgencia costera o afloramiento de aguas, la más importante del mar Caribe para la producción pesquera, de modo que sus aguas tienen temperatura menor, casi 2 °C que en el Caribe central y Norte, debido entre otros factores, a la intensidad de los vientos Alisios. Estos vientos soplan del este-nordeste, influye en establecer una zona de alta presión que impide la frecuente formación de nubes y limita la precipitación, especialmente entre enero a mayo-junio, cuando los vientos son intensos. La surgencia costera lleva a la superficie aguas de zonas profundas, ricas en nutrientes inorgánicos que fertilizan las capas superficiales propiciando la producción primaria y por lo tanto la riqueza pesquera.

Cubagua tiene importancia histórica porque fue partida de la nacionalidad venezolana. Es famosa desde 1498 por su riqueza de perlas. En su extremo oriental se estableció (en 1511) el primer asentamiento europeo fijo en América, que se convirtió en 1528 en la población de Nueva Cádiz, con cabildo y administración propias por la importancia de las perlas (CERVIGÓN 1997). Sin agua dulce los pobladores la obtenían en tierra firme (Cumaná) del río Manzanares y además capturaban indígenas (esclavos) para mano de obra. Así, se cerró ciclo que no debe olvidarse: condiciones ambientales especiales, la abundancia de un recurso marino bentónico, la actividad humana en función del recurso por la rentabilidad de las perlas y conflictos sociales, para iniciar la historia de Venezuela, en la que Cubagua tuvo papel protagónico, dejando huella que aún perdura (CERVIGÓN 1999). También fue la primera localidad donde se descubrió el petróleo.

La explotación de la ostra perla con fines de obtener perlas alcanzo su máximo en 1527 con volumen de 2.852 kg, hasta 1541 se habrían obtenido 11.872 kg (OTTE 1977). Para el imperio español fue de las mayores riquezas (margaritas) en la colonización de América. En 1532 por la disminución de las perlas, comienza la crisis y se decreta veda; en 1534 inicia el despoblamiento de la isla y en 1538 la mayoría de pobladores se trasladaron al Cabo de la Vela en la Guajira (CERVIGÓN, 1997). En tiempos modernos, la extracción de perlas ha tenido fuertes fluctuaciones, en 1943 y 1945 la producción fueron 1.300 y 1.280 kg respectivamente, en 1969 se obtuvieron 100 g de perlas (OTTE 1977). La ostra perla *Pinctada imbricata* todavía se pesca para comercializar su carne en Margarita (GÓMEZ 1999); en 2006 la producción fue de 1'106.000 kg (peso con concha) y disminuyó a 727.000 kg en 2007 (MARVAL & CERVIGÓN 2009).

Las islas de Margarita, Coche y Cubagua hoy conforman el estado Nueva Esparta, que se ha convertido en un importante polo de desarrollo turístico, generando cambios en aspectos sociales y culturales que habían prevalecido por centurias, con aparición de problemas ambientales antes inexistentes. Surgen conflictos por deficiente planificación ambiental y en el pasado reciente no existen antecedentes de las condiciones biológicas prevalecientes en el litoral costero. La isla de Cubagua no escapa a la presión turística, a pesar de la carencia de servicios e infraestructura, son visitadas algunas de sus playas y las ruinas históricas. Entre los años 1993-1995 se presentaron planes de desarrollo turístico de gran magnitud que incluían la construcción de complejos hoteleros, muelles, marinas deportivas, áreas de servicios y el vertido de aguas residuales. En el corto ó largo plazo se ejecutarán obras de magnitud que conllevarán a cambios ambientales que afectarán áreas costeras, las comunidades marinas y los pescadores que durante centurias han realizado sus actividades extractivas. Actualmente varias empresas turísticas realizan viajes a Cubagua con turistas que incluso pernotan en algunas playas.

En Cubagua se han realizado investigaciones relacionadas con la hidrografía y la producción primaria de sus aguas, de los moluscos, crustáceos, los peces en ambientes específicos y aspectos biológicos de especies comerciales. Sin embargo, hasta ahora no se habían realizado estudios sobre la caracterización de las áreas adyacentes a la costa, es decir las comunidades biológicas sobre el fondo marino o bentos. Este trabajo tiene por objeto describir y caracterizar la bionomía bentónica hasta una distancia de 100 m de la costa para determinar los tipos de comunidades bióticas predominantes en los fondos de la isla. Se presentan resultados de las costas este y oeste, porque las costas norte y sur serán objeto de una próxima contribución, así como la lista de especies identificadas.

Antecedentes

Numerosas investigaciones de carácter biológico y ecológico han sido abordadas en Cubagua. Los peces han sido identificados por CERVIGÓN (1991, 1993, 1994, 1996, 2011), CERVIGÓN & ALCALÁ (1999); la ecología de las comunidades icticas (GÓMEZ 1987a, 1987b, GÓMEZ & HERNÁNDEZ-AVILA 2009) y aspectos biológicos de algunas especies comerciales por BASHIRULLAH (1975), GUERRA & BASHIRULLAH (1975) y PARRA (1992, 1994, 1997), entre otros. Los crustáceos decápodos han sido estudiados por HOLTHIUS (1951), HAIG (1956), GORE & SHOUP (1968), RODRÍGUEZ (1980), SCELZO (1982, 1984, 1985), PIÑANGO (1988), MÁRQUEZ (1988), HERNÁNDEZ & BOLAÑOS (1995), MARCANO (1987), HERNÁNDEZ *et al.* (1996), LIRA *et al.* (1999, 2001), HERNÁNDEZ-ÁVILA (2002, 2004), HERNÁNDEZ-ÁVILA & CAMPOS (2006), HERNÁNDEZ-ÁVILA *et al.* (2002, 2003, 2007); los anfípodos por LÓPEZ *et al.* (2009). Los moluscos por COOMANS (1958), FLORES (1966, 1973), BEAUPERTHUY (1967), MACSOTAY (1982), PRINZ (1982), CAPELO & BUITRAGO (1998), MACSOTAY & CAMPOS (2001). Además, se han realizado contribuciones en otros grupos como los Placozoa (VOIGT *et al.* 2005), Porífera (DÍAZ *et al.* 2003; ALVIZU 2006), los Cnidaria (RAMÍREZ-VILLARROEL 1978, 2001), los anélidos poliquetos por LIÑERO (1985, 1993, 1998, 1999), DÍAZ & LIÑERO (2000, 2001, 2002, 2003), LIÑERO & DÍAZ (2009), los sipuncúlidos (DEAN *et al.* 2007) y los equinodermos (ZOPPI 1967; MARTÍNEZ 1989; GÓMEZ 2000, 2001, 2003; HERNÁNDEZ-AVILA 2010). Sin embargo, en otros grupos de invertebrados la información es incompleta ó no estudiados (GÓMEZ 1999). También se tiene información general sobre la ecología pelágica (GÓMEZ 1988; GÓMEZ & CHANUT 1988, 1993; ESTEVE 1988; PIRELA-OCHOA *et al.* 2008) y se conoce la caracterización inorgánica de los sedimentos del litoral costero del norte de Cubagua (PATIÑO 2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

Alrededor de Cubagua se estudió (2001 a 2004) la bionomía bentónica en 48 estaciones (Fig. 1) utilizando metodología habitual en estudios de cartografía de comunidades marinas (PÉREZ-RUZAFÁ *et al.* 1987, 1988; Ros *et al.* 1987). Cada transecto o Estación estaba distanciada 500 m y su posición geográfica se determinó mediante la utilización de posicionador geográfico (GPS).

A partir del borde costero (mediolitoral) se realizaron transectos de 100 m de longitud, perpendiculares a la playa (Fig. 2) sobre el fondo se tendió una cuerda marcada cada 25 m. En cada marca (0 - 25 - 50 - 75 y 100 m) se colocaron cuadratas (50 cm lado y altura 30 cm; 0,25 m²). Con la ayuda de una cuchara metálica se extrajeron 2-3 kg de sustrato y se colocaron en bolsas de polietileno. En la playa la arena se tamizaba con malla plástica (apertura 2 mm) y los organismos fueron extraídos con pinzas y agujas. Además en cada marca se obtuvieron muestras de las comunidades dominantes (ejemplo octocorales, corales, rocas con epífitos) y el material se introdujo en saco de fibra (capacidad 40 kg). En cada marca (25 - 50 - 75 - 100 m) dos personas (Prof. Gómez y pescador) colectaron las muestras mediante buceo superficial (apnea). En la playa, se retiraba la epifauna presente en corales (“ramales”) y rocas que fueron revisadas externamente, en casos necesarios se fragmentaban porciones para extraer la infauna. Cuando el material era cuantioso se continuaba en laboratorio. Los especímenes fueron introducidos en frascos plásticos y fijados con formol al 10% preparado con agua de mar.

Por observación directa se determinó la distribución de principales comunidades sobre la cuerda principal del transecto y anchura de 25 m a cada lado, medida por cuerda accesoria (Fig. 2) perpendicular

Se utilizaron referencias pertinentes para los distintos grupos, entre ellos: para corales (BAYER 1961, 1981; ROSS 1971; WELLS 1973; RAMÍREZ-VILLAROE 1978, 2001; KAPLAN 1982; DAHLGREEN 1989; FENNER 1993). Para moluscos (WARMKE & ABBOTT 1962; ABBOTT 1974; MORRIS 1975; McLAUGHLIN 1980; ROPER *et al.* 1984; RÍOS 1985; ROBAINA 1986; FRANZ & BULLOCK 1993; BULLOCK *et al.* 1994; BULLOCK & FRANZ 1994; DÍAZ & PUYANA 1994; FRANZ *et al.* 1994; ABBOTT & MORRIS 1995).

Se estudio la sedimentología en 26 estaciones (Fig. 1A) distanciadas ~ 1000 m. Se tomaron muestras en el mediolitoral, a 50 y 100 m de la costa. La granulometría se determinó siguiendo la metodología de SHEPARD (1954). Al final de los transectos donde se tomaron muestras, aparece la composición porcentual de las fracciones granulométricas, cuyos tamaños son los siguientes: 1. Arena fina (tamaño 0.25 a 0.10



19

mm). - 2. Arena muy fina (tamaño 0,10 a 0,05 mm). - 3. Arena media (tamaño 0,25 a 0,50 mm). - 4. Arena gruesa (tamaño 1,0 a 0,50 mm). - 5. Arena muy gruesa (tamaño 2,0 a 1,0 mm). - 6. Fango - fangoarenoso (tamaño 0,10 a 0,05 mm). - 7. Fango (tamaño 0,05 a < 0,002 mm). - 8. limo-arcilla con tamaño menor al último mencionado.

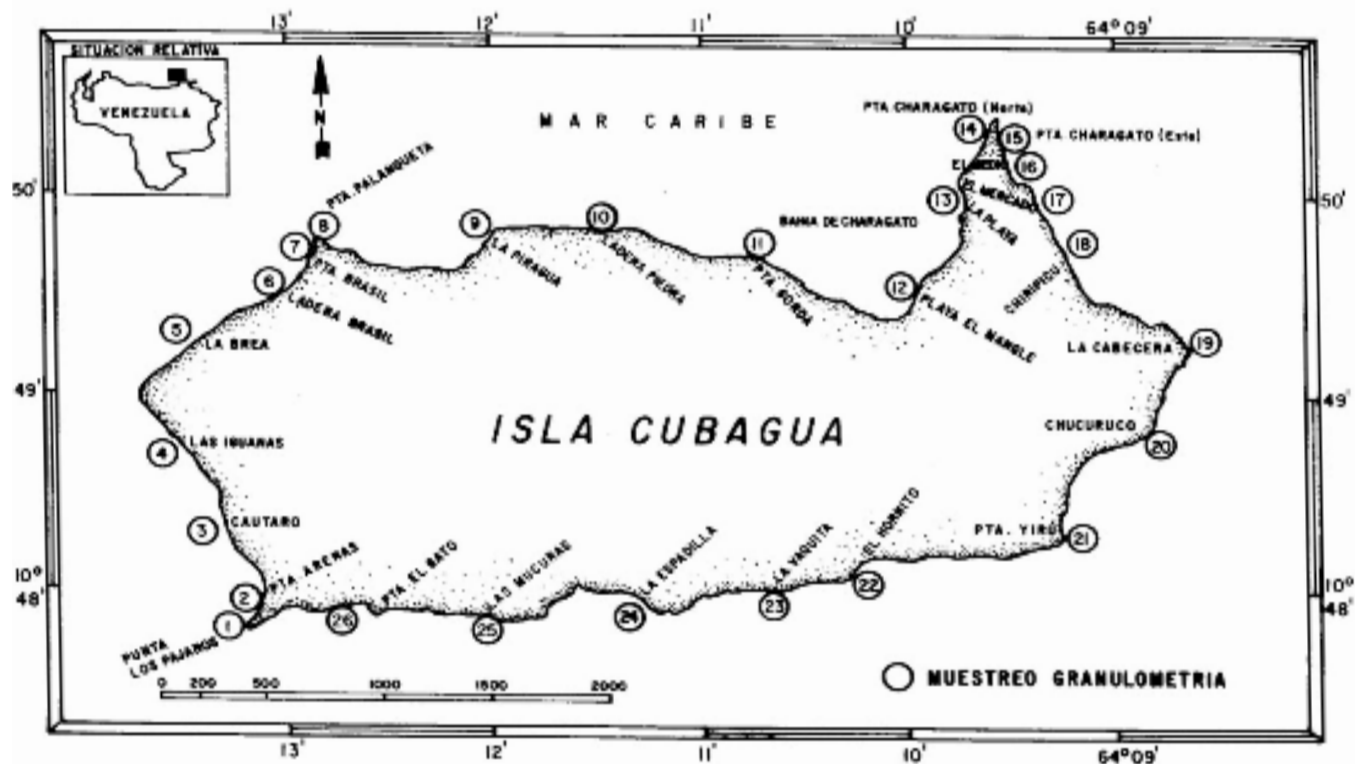


Fig. 1A. Isla de Cubagua (Venezuela). Estaciones seleccionadas para muestreos de granulometría, el presente trabajo presenta la costa este: Punta Charagato a Punta Yirú y la costa oeste: Punta Los Pájaros a Punta Brasil.

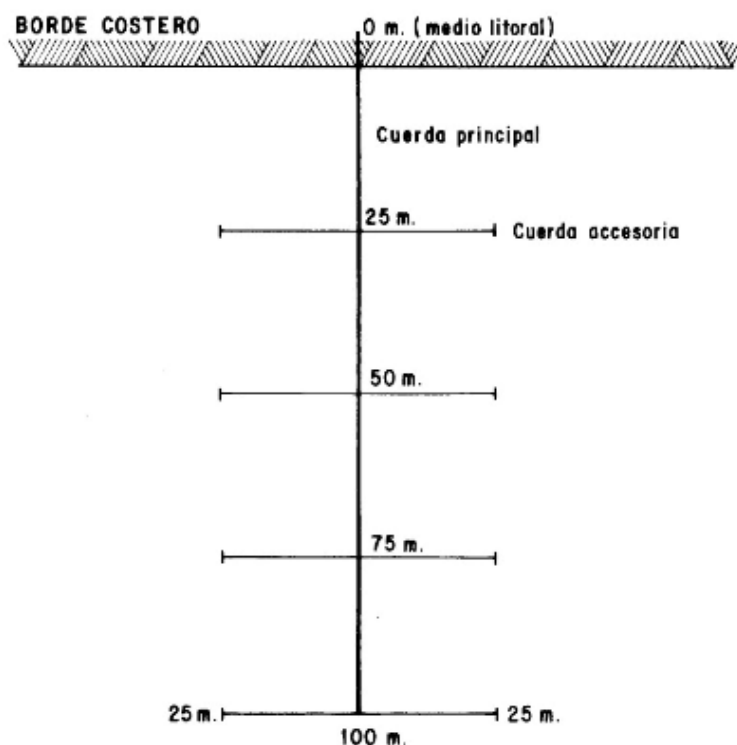


Fig. 2. Transecto para estudiar la bionomía bentónica de la isla Cubagua, Venezuela.

	arena limpia
	arena gruesa
	arena fangosa
	fango
	guijarros
	cantos rodados
	rocas aisladas- lajas
	pedras- rocas
	rocas sedimentarias
	laja cubierta con clorófitas (limo)
	laja, rocas, piedras semicubiertas con arena
	roca aislada semicubierta de arena
	piedra, roca, laja cubiertas con zoantarios
	manchones cianófitas (<u>Microcoleus</u>)
	limo suelto = clorófitas (<u>Ulva-Enteromorpha</u>)
	algas rodófitas sueltas (<u>Laurencia</u>)
	fanerógama <u>Thalassia</u>
	fanerógama <u>Diplanthera</u>
	arbol mangle negro ó blanco
	esponjas grandes (<u>Ircinia</u>)
	cirial coral fuego (<u>Millepora</u>)
	coral cirialito muerto (<u>Porites</u>)
	corales múcuras <u>Diploria</u> y similares
	octorales blandos ramales (<u>Pseudopterogorgia-Eunicea-Plexaura</u> y otros)
	pelecipodos <u>Tellina</u>
	ostra perla Pintada y pepitona <u>Arca</u> (racimos)
	conos <u>Callianassa</u>
	erizos (<u>Lytechinus-Echinometra-Diadema</u>)
	estrellas (<u>Oreaster-Astropecten</u>)
	miones ascidias (<u>Ascidia-Pyura</u>)
	cuevas peces (<u>Opisthognathus-Amphichthys</u>)
	orejones <u>Acropora</u> muertos
	cirialito muerto
	algas <u>Padina</u>
	pepinos mar
	algas feofita <u>Sargassum</u>
	cuevas poliquetos
	anemonas
	moluscos <u>Brachidontes</u>
	orejones corales <u>Acropora</u>
	algas rodofita <u>Gracilaria</u>
	conchitas restos coral
	clorofita <u>Halimeda</u>
	alga roja <u>Amphiroa</u>
	rocas playa
	mucuras <u>Diploria</u> muertas

Fig. 3.- Cartografía bionómica de la isla de Cubagua, Isla de Margarita, Venezuela. Signos convencionales.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestra el nombre de la costa, de cada Estación o Transecto, la fecha del muestreo y valores de la hidrografía (temperatura, salinidad y oxígeno disuelto) obtenidos a 100 m de la costa, en la superficie y el fondo.

COSTA ESTE (Punta Charagato a Punta Yiru)

PUNTA CHARAGATO - Localización: 10° 50' 548" N - 64° 09' 361" W (Fig. 1- Estación 25)

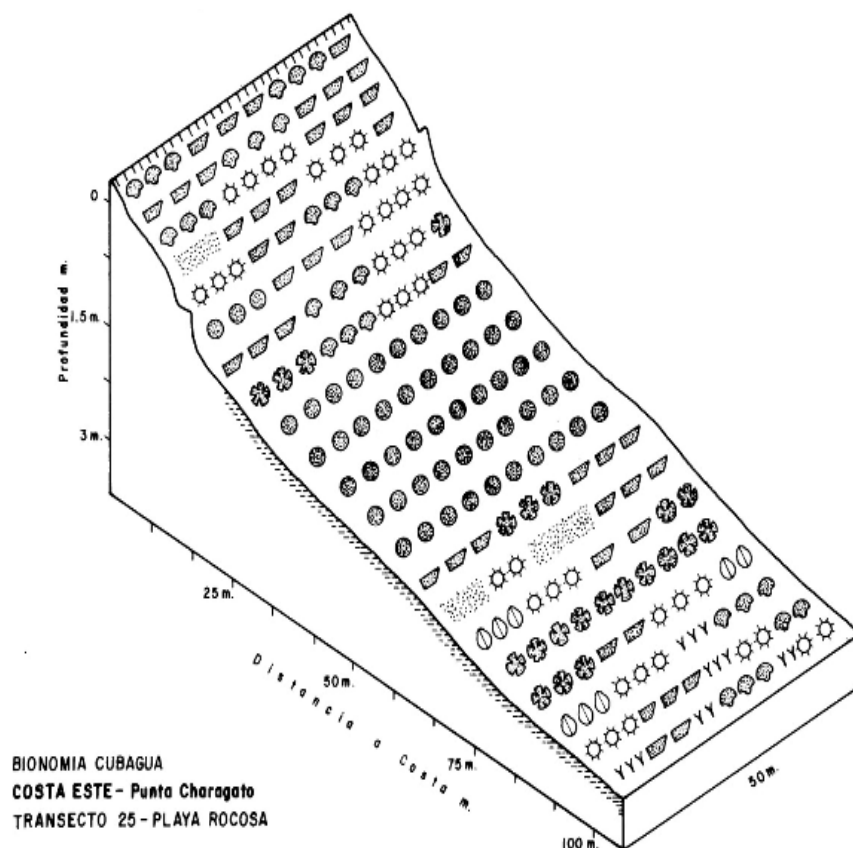


Fig. 4. Bionomía de Punta Charagato, costa este de la isla Cubagua, Venezuela.

Punta Charagato constituye el extremo nordeste de Cubagua, la observación ecológica se realizó algunos metros al sur del faro. En el supralitoral rocoso son comunes cangrejos “carañas” de la especie *Grapsus grapsus*. La playa tiene rocas pequeñas y medianas, que provienen del acantilado costero con altura de 3 m. Sobre las rocas se identificaron hasta 11 especies de moluscos, las más abundantes fueron los caracolitos *Littorina ziczac*, *L. interrupta* y *Siphonaria pectinata*; también son frecuentes “lapas” de la especie *Acanthopleura granulata*. Hacia el interior de la bahía de Charagato, existe una porción arenosa con arena de grano fino y grava. Son frecuentes rocas hasta de 30 cm de longitud recubiertas por esponjas amarillas y negras de los géneros *Aplysina* y *Chondria*; abundan erizos *Lytechinus variegatus*, que sobre su testa portan piedrecillas, conchas de pelecípodos, arena y porciones de hojas de fanerógamas marinas. Es de notar, que en Charagato el agua tiene temperatura hasta 1,5-2 °C menor que la de aguas afuera de la bahía.

25 - 50 m (profundidad 1 m): en el sustrato domina la arena gruesa y grava, donde se encuentran anélidos poliquetos, los moluscos gasterópodos *Tralia ovula*, *Rhombinella laevigata* y *Smaragdia viridis*. Bajo rocas aisladas abundan los erizos negros *Echinometra lucunter* y *Arbacia punctulata*. Se observaron “múcuras” del género *Pseudodiploria* casi totalmente cubiertas por arena fina; así como colonias del “cirial” de la especie *Millepora complanata*. A las rocas, ciriales y múcuras se asocia un gran número

TABLA 1. Valores de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en estudio sobre la bionomía de la isla de Cubagua, Venezuela. (2001 - 2004).

Costa	Estación	Temperatura (°C)	Salinidad	Oxígeno (ml/l)	Fecha
		superficie-fondo	superficie-fondo	superficie-fondo	
OESTE	El Cautaro	22,0 - 21,5	37,51 - 36,79	3,96 - 3,96	21 marzo 2001
	El Amparo	21,8 - 21,7	36,61 - 36,76	3,96 - 3,90	31 marzo 2001
	Las Iguanas	22,7 - 22,7	36,32 - 36,35	3,81 - 3,81	10 abril 2001
	La Brea	23,1 - 23,1	35,50 - 35,50	3,66 - 3,88	21 abril 2004
	La Horca	24,5 - 24,5	36,47 - 36,47	4,01 - 4,01	25 abril 2001
	La Pedregosa	24,9 - 24,4	37,18 - 36,80	4,27 - 4,10	11 mayo 2001
	La Choleadora	24,9 - 24,4	36,21 - 36,83	4,70 - 4,60	31 mayo 2001
	Ladera Brasil	24,8 - 24,4	36,74 - 36,75	4,50 - 3,94	18 junio 2001
	La Palanqueta	24,3 - 23,9	37,56 - 37,34	4,80 - 3,64	6 julio 2001
	El Cardón	23,4 - 23,1	37,42 - 37,42	4,30 - 4,30	12 julio 2001
	Punta Arenas	27,5 - 27,4	37,45 - 37,38	4,14 - 4,01	26 julio 2001
NORTE	Punta Brasil	26,4 - 26,2	37,33 - 37,33	4,28 - 3,64	2 agosto 2001
	La Muertica	27,6 - 27,6	37,36 - 37,26	4,50 - 4,30	16 agosto 2001
	Las Calderas	26,0 - 26,0	37,30 - 37,30	3,90 - 3,80	23 agosto 2001
	La Piragua	24,4 - 24,2	37,56 - 37,62	5,01 - 4,29	30 agosto 2001
	Ladera Piedra	25,4 - 25,0	37,02 - 37,36	5,10 - 4,92	11 setiembre 01
	Corrales sotavento	25,5 - 25,3	37,46 - 37,34	4,70 - 4,50	4 octubre 2001
	Corralesbarlovento	24,9 - 24,7	37,27 - 37,56	4,90 - 4,75	17 octubre 01
	Punta Gorda	26,1 - 25,8	37,72 - 37,60	4,65 - 4,23	25 octubre 01
	Punta Colorada	26,1 - 25,9	37,68 - 37,31	4,80 - 3,90	3 noviembre 01
	El Falucho	25,9 - 25,7	37,50 - 37,46	4,60 - 4,65	16noviembre01
	El Mangle	26,1 - 26,1	37,25 - 37,30	4,37 - 3,75	5 diciembre 01
	La Laja	26,1 - 26,1	37,08 - 37,17	4,37 - 3,75	11 diciembre 01
	La Capilla	25,1 - 25,0	37,80 - 38,06	4,86 - 4,80	11 diciembre 01
	La Tintorera	24,7 - 24,4	37,59 - 37,62	4,41 - 4,17	11 diciembre 01
ESTE	Punta Charagato	26,3 - 26,2	36,48 - 37,01	4,16 - 3,62	7 agosto 2003
	El Medio	26,4 - 26,4	36,60 - 36,47	3,15 - 2,90	17 agosto 2003
	El Mercado	28,3 - 28,3	36,30 - 36,30	3,03 - 2,90	27 agosto 2003
	Chiripicú	27,7 - 27,6	36,80 - 36,80	2,74 - 2,65	10 setiembre 03
	Casa playa Melico	27,7 - 27,7	35,80 - 35,80	3,37 - 3,18	17 setiembre 03
	La Cabecera norte	28,3 - 28,3	32,90 - 32,90	3,49 - 3,45	25 setiembre 03
	La Cabecera sur	28,8 - 28,8	35,60 - 35,60	3,06 - 2,99	6 octubre 2003
	Chucuruco	28,0 - 28,1	34,20 - 35,30	3,65 - 3,55	16 octubre 2003
	El Obispo	27,7 - 27,8	35,21 - 35,50	3,46 - 3,39	12noviembre 03
	Punta Yirú	28,2 - 28,3	36,11 - 36,13	3,72 - 3,89	20noviembre 03
SUR	Punta La Garza	27,2 - 27,3	33,89 - 34,51	4,12 - 4,10	1 diciembre 03
	El Guichere	27,3 - 27,6	35,79 - 35,79	3,92 - 3,98	8 diciembre 03
	Hala Huevo abajo	26,7 - 26,8	36,30 - 36,60	3,72 - 4,03	16 diciembre 03
	La Vaquita	26,1 - 26,2	36,54 - 36,78	3,49 - 3,49	15 enero 2004
	Barranca Blanca	25,8 - 26,0	36,98 - 37,05	2,72 - 3,60	22 enero 2004
	Playa Crucita	25,8 - 25,6	36,23 - 36,46	4,05 - 3,96	4 febrero 2004
	Los Trasmalleros	25,6 - 25,3	35,10 - 36,20	3,97 - 1,91	12 febrero 2004
	El Olivito	25,8 - 25,9	35,80 - 36,40	4,25 - 3,82	19 febrero 2004
	El Cautaro sur	25,5 - 25,5	32,60 - 33,90	4,09 - 4,32	26 febrero 2004
	El Manglecito	25,8 - 25,9	36,00 - 36,70	3,81 - 4,34	11 marzo 2004
	Las Múcuras	24,9 - 24,9	35,80 - 36,10	4,53 - 4,19	18 marzo 2004
	Punta El Gato	26,0 - 25,9	34,20 - 34,50	4,44 - 5,15	31 marzo 2004
	Zapato Alcatraz	26,2 - 26,1	36,70 - 36,70	4,15 - 4,35	6 abril 2004

de especies: entre los crustáceos están los cangrejos *Mithrax forceps*, *Petrolisthes galathinus*, *P. politus*, *Pilumnus dasypodus*, y camaroncitos *Synalpheus minus* y *Alpheus armillatus*. En moluscos predominan los pelecípodos *Nitidella nitida*, *Drupa nodulosa*, *Lithophaga aristata*; en los ofiuroides *Ophioderma cinereum* y *Ophiothrix angulata*. Asimismo, son comunes anélidos poliquetos y sipuncúlidos.

Abundan los corales, “orejones”, del género *Acropora*, muchos están muertos y forman una franja hasta 25 m de la playa, unos pocos se observan a los 10 m y durante la bajamar, sobresalen del agua y sobre ellos se posan aves marinas “cotúas” *Phalacrocorax olivaceus*. Los “orejones” más comunes tienen forma maciza son de la especie *A. palmata* que alcanza altura de 1,3 m; también se encuentran otras formas más finas y escasas de la especie *A. prolifera*. Hasta la década de 1980 eran florecientes las colonias de “orejones”, actualmente están colonizadas por algas verdes y rojas; tienen coloración gris oscuro por los sedimentos que los cubren. Los *Acropora* muertos, albergan muchos peces “corocoros” de familia Haemulidae, predominan las especies *Haemulon aurolineatum*, *H. crysargyreum*, *H. bonariense*, *H. flavolineatum*; además los peces llamados “burros” ó *Anisotremus surinamensis* de gran tamaño; también hay “candiles” de familia Holocentridae con especies *Holocentrus adscensionis* y *H. rufus*. Alrededor de los “orejones” se encuentran rocas sueltas cubiertas por zoantarios *Palythoa caribaeorum*, y las esponjas amarillas y negras, ya mencionadas. También sobre el fondo hay “limo” suelto (algas ulváceas) que no forma masas compactas. Se observaron “múcuras” casi perfectamente redondas del género *Pseudodiploria*, con diámetro de 1 m; algunas estaban muertas y tenían coloración oscura. Los “orejones” muertos forman una franja de unos 25 m de ancho.

75 m (profundidad 2 m): el sustrato tiene arena gruesa y grava. Están presentes rocas pequeñas, aisladas, cubiertas por zoantarios de la especie *P. caribaeorum* y también hay corales *Pseudodiploria*, con diámetro de 50 cm. A las rocas y corales se asocia gran número de especies de diversos grupos: de moluscos se identificaron 11 especies, abundan los gasterópodos *Nitidella nitida*, *Stenoplax purpurescens*, *Columbella mercatoria* y hasta octópodos ó pulpos pequeños *Octopus briareus*. Se encontraron mas de 13 especies de crustáceos: los camaroncitos *Synalpheus minus*, *S. apioceros* y *Alpheus schmitti*; y los cangrejos *Mithrax forceps*, *Pagurus brevidactylus*, *Pilumnus dasypodus* y *Pachycheles monilifer* son especies predominantes. Sobre el sustrato destaca la presencia de algas rojas de géneros *Gracilaria* y *Gracilariopsis*, formando masas libres circulares con diámetro de 20-25 cm. También se observaron muchas conchas vacías de ostra perla *Pinctada imbricata* y pepitona *Arca zebra*, agrupadas en proximidades de cuevas ocupadas por los pulpos. Sobre las rocas y piedras sueltas se observaron esponjas incrustantes, de color amarillo y negro de los géneros *Aplysina* y *Chondria*, con longitud inferior a 15 cm.

100 m (profundidad 2,5 m): en el sustrato predomina la arena media, la gruesa y grava; donde viven los gasterópodos *Rissoina bryerea* y *Latirus cariniferus*. Se observan rocas aisladas con longitud hasta de 30 cm y entre ellas masas amarillas de esponjas *Aplysina*. La composición faunística es similar a la ya descrita, pero era notoria la abundancia de los bivalvos *Arca zebra*, *Chama macerophylla*, *Lithophaga aristata* y *Brachidontes modiolus*. También sobre el sustrato estaban presentes agregaciones redondeadas de algas rojas libres, donde abundan erizos *L. variegatus*; peces lábridos (*Halichoeres* spp. y *Thalassoma bifasciatum*) y escáridos pequeños de los géneros *Sparisoma* y *Nicholsina*. No se observan aglomeraciones de algas verdes (ulváceas) por una fuerte corriente hacia el oeste, que arrastra las macroalgas libres. La Fig. 4 muestra la bionomía del transecto y la granulometría en la TABLA 2.

Se considera que el paso del ferry rápido origina grandes olas, lo que los pescadores denominan “rebozo” que son marejadas que resuspenden el sedimento, lo cual entre otras causas, puede propiciar el “ahogamiento” de las formaciones de *Acropora* y también afectar a “múcuras” *Pseudodiploria*, presentes en la playa del Medio cerca de la Punta de Charagato. En general en Cubagua predomina la especie *Pseudodiploria strigosa*, pero *P. clivosa* y *P. labyrinthiformis* (“coral cerebro”) son escasas. Se colectaron 289 peces de 13 especies, predominaron *Jenkinsia lamprotaenia*, *Eucinostomus argenteus*, *Menticirrhus littoralis*, *Haemulon steindachneri* y *Paralichthys tropicus*.

TABLA 2. Granulometría de Punta Charagato, costa este de la isla Cubagua, Venezuela.

Fracciones %	0 metros	50 metros	100 metros
Grava (G)	17,95	41,59	29,50
Arena muy gruesa (AMG)	5,09	21,41	17,39
Arena gruesa (AG)	1,72	12,95	14,66
Arena media (AM)	10,20	12,68	20,47
Arena fina (AF)	61,58	7,23	11,93
Arena muy fina (AMF)	3,09	4,05	3,30
Limo-Arcilla (LA)	0,38	0,08	2,74

PLAYA EL MEDIO - Localización: 10° 50' 245" N - 64° 09' 248" W (Fig. 1- Estación 26)

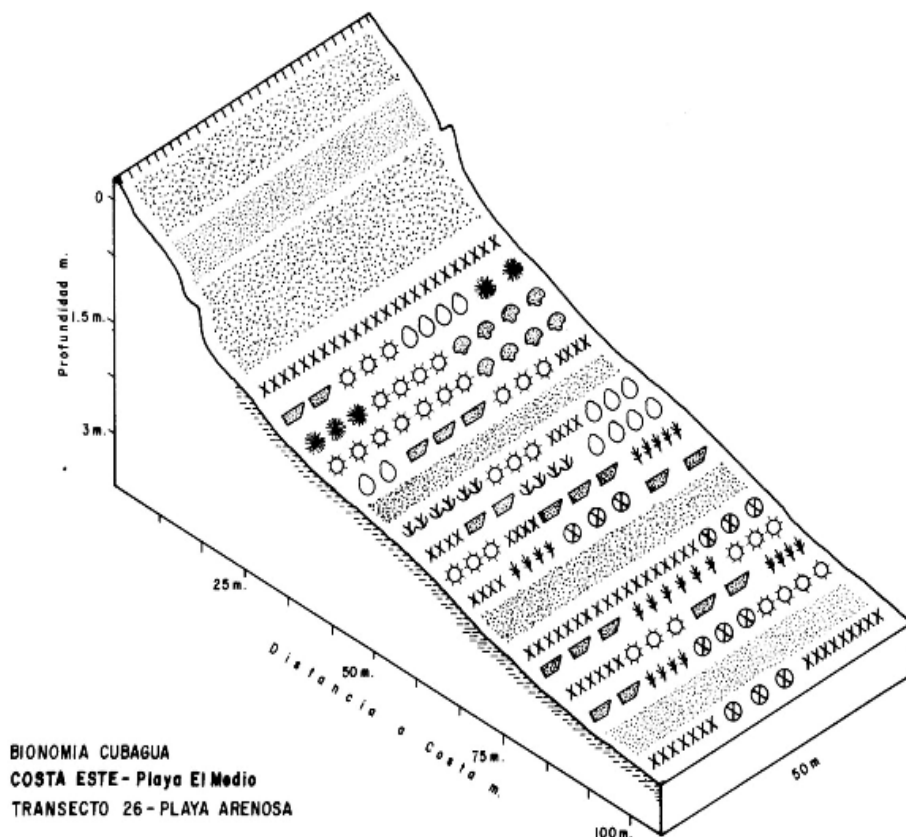


Fig. 5. Bionomía de playa El Medio, costa este de la isla Cubagua, Venezuela.

La playa El Medio se localiza entre la Punta de Charagato y Punta El Medio, tiene 450 m de extensión, en su parte media con rocas de playa. En el mediolitoral, la arena tiene coloración blanca o amarillenta, predomina la arena muy gruesa y grava; la abundancia de anfípodos gammarídeos es notable. La playa tiene 8-10 m ancho, por detrás limita con acantilado de arenisca consolidada que tiene altura de 3 m, sobre el cual está presente un faro de navegación. En la playa se acumula gran cantidad de residuos plásticos (basura) traídos por la mar, desde Margarita. A 5 m de la costa existe una caleta con arena gruesa y grava, que tiene una profundidad de 20 cm. Esta playa puede tener interés turístico pero requiere limpieza permanente; además, los potenciales bañistas pueden utilizar la franja arenosa presente en primeros 10 m porque luego los erizos y moluscos pelecípodos tapizan el fondo.

25 m (profundidad 0,5 m): el sustrato tiene arena gruesa y grava, contiene numerosos fragmentos coralinos y piedrecillas planas. Es común el gasterópodo *Smaragdia viridis*. Los erizos negros *Echinometra lucunter* son abundantes sobre ó bajo las rocas, a las que cubren. Los moluscos pelecípodos “mejilloncitos” *Brachidontes modiolus* predominan sobre rocas aisladas ó el sustrato consolidado porque las rocas están

recubiertas con arena fina, donde se fijan algas clorófitas calcáreas de especie *Halimeda opuntia*. Bajo las piedras abundan los anfípodos, isópodos y poliquetos; también cangrejos *Petrolisthes armatus*, *Mithrax forceps* y *Microphrys bicornutus*. Se observaron “ciriales” pequeños (altura menor de 10 cm) de especie *Millepora alcicornis*. A unos 15 m de la costa se extiende una franja de arena fina donde hay plantas pequeñas de la fanerógama *Thalassia testudinum*, así como erizos *Lytechinus variegatus*.

50 m (profundidad 1 m): El sustrato contiene arena media, gruesa y grava, además residuos calcáreos. Es notable la abundancia de erizos negros *E. lucunter* que viven sobre el fondo o entre restos de corales “manoegato” *Porites porites* y *P. astreoides*. Es característica la presencia de “mejilloncitos” de la especie *Brachidontes exustus* que tapizan el sustrato, a diferencia de lo observado en la costa, donde predomina *B. modiolus*. Numerosas piedras están cubiertas por zoantarios *P. caribaeorum*, además de esponjas amarillas y negras, ya mencionadas. Las hojas de la *Thalassia* alcanzan longitud inferior a 15 cm y tienen epifitos, dominando algas rojas coralíneas del género *Fosliella*.

75 m (profundidad 2 m): en el sustrato predomina arena gruesa y media, con muchos residuos calcáreos. Se mantiene la abundancia de rodales de *Thalassia*, donde abunda el alga coralínea *Halimeda opuntia*. Las esponjas *Aplysina* de color amarillo y zoantarios *P. caribaeorum* dominan sobre las piedras. Los erizos *L. variegatus* son poco frecuentes, sin embargo aumentan los erizos *E. lucunter* y *A. punctulata* que es menos abundante. Ambas especies de erizos viven sobre el sustrato calcáreo ó asociados a las piedras del fondo, bajo las cuales se encuentran numerosos anélidos poliquetos, isópodos, sipuncúlidos y ofiuros *Ophiactis savignyi*, *Amphiura stimpsoni*, *Ophiothrix angulata* y *O. orstedii*, entre otras. Asimismo se observaron abundantes algas pardas *Sargassum*, adheridas a las piedras del sustrato.

100 m (profundidad 3 m): sustrato con predominio de arena de grano medio, grueso y grava. La *Thalassia* es poco densa, se contabilizaron unas 50 hojas pequeñas por metro cuadrado. Se observaron numerosas algas verdes calcáreas *H. opuntia*, formando conglomerados redondeados con diámetro de 20-25 cm. Son comunes erizos *L. variegatus* y esponjas incrustantes de coloraciones amarillas, rojas y negras, de géneros *Aplysina*, *Tedania* y *Chondria*. Se colectaron piedrecillas redondeadas de color rojo intenso y/o fucsia, su atractiva coloración la causan algas rojas incrustantes *Lithothamnium*, *Lithophyllum* y *Melobesia*. Sobre las rocas aisladas también se encuentran zoantarios *P. caribaeorum*, mas grandes que otros azulados de la especie *Zoanthus pulchellus*. La composición faunística es similar a la descrita anteriormente. También se observaron numerosas algas pardas *Sargassum* adheridas a piedrecillas del fondo, asemejan pequeños arbolitos que se abaten con la corriente. Sobre la pradera del “limo cebal” *T. testudinum*, abundan filamentos de clorófitas *Enteromorpha*, pero no forman masas compactas. Se colectaron 292 peces de ocho especies, fueron comunes *Atherinella brasiliensis*, *E. argenteus* y *Archosargus rhomboidalis*. La Fig. 5 muestra la bionomía del transecto y la granulometría en la TABLA 3.

Corales pétreos localizados en la playa El Medio

Desde Punta Charagato en dirección a playa El Medio, se presenta una atractiva playa arenosa. A 70 m de la costa, están presentes “múcuras” grandes, algunas tienen diámetro que supera los 3 m. El lugar es

Tabla 3. Granulometría de Playa El Medio, costa este de la isla Cubagua, Venezuela.

Fraciones %	0 metros	50 metros	100 metros
Grava (G)	35,33	19,10	27,59
Arena muy gruesa (AMG)	43,44	24,35	13,43
Arena gruesa (AG)	5,43	22,90	12,99
Arena media (AM)	6,14	19,39	36,06
Arena fina (AF)	8,66	11,09	8,34
Arena muy fina (AMF)	0,66	2,70	1,35
Limo-Arcilla (LA)	0,33	0,48	0,24

conocido con el nombre de El Mercado, seguramente por su abundancia de peces. La formación arrecifal se dispone paralela a la costa, tiene longitud de 60 m y unos 30 m de anchura; en su parte exterior la profundidad alcanza 4 m. Asociados a los corales abundan los peces, principalmente corocoros amarillos *H. flavolineatum*, los peces burro *A. surinamensis*, los loros de géneros *Sparisoma* y *Scarus*, el pargo gallo *Lachnolaimus maximus* y los pargos ceibal y dientón, *Lutjanus analis* y *L. griseus*, entre otros peces comerciales. Es decir peces arrecifales y en relación con la temperatura del agua, que es superior a la de Bahía de Charagato.

Se identificaron siete especies de corales, entre las cuales *Montastrea annularis*, *Pseudodiploria strigosa* y *Porites astreoides*, tienen las mayores densidades, mientras que *Siderastrea radians*, *S. siderea*, *Pseudodiploria clivosa* y *Colpophyllia natans*, están representadas por menos colonias. Las especies *P. strigosa* y *M. annularis* están siendo afectadas por el crecimiento de macroalgas, por el zoantario *Zoanthus mmamilosa* y octocoral incrustante *Erythropodium caribaeorum*. Además, presentaban la enfermedad del blanqueamiento. Se considera que los corales tenían un nivel de deterioro elevado, como consecuencia de la alta tasa de sedimentación, con valor promedio de 405 g/m²/día a los 3 m de profundidad (RODRÍGUEZ 2004).

El día de la observación (20/08/2003) en playa El Medio, se encontraban buceando estudiantes de la Universidad de Oriente (ECAM) quienes informaron que el 18 y 19 de agosto entre 9:30 y 11: 00 (pm) de la noche observaron desoves masivos de “múcuras” *Pseudodiploria* y *Orbicella*, más grandes. En el Caribe, estas especies desovan en sincronía durante los días posteriores a la luna llena entre agosto y octubre. Los corales que tienen la enfermedad de las manchas blancas están colonizados por zoantarios del género *Palythoa*. Sin embargo, la arena que se resuspende del sedimento cuando pasa el ferry rápido, es lo que más les afecta.

PLAYA CONEJO (EL MERCADO) - Localización: 10° 50' 031''N -64° 09'032''W (Fig.1 Estación 27).

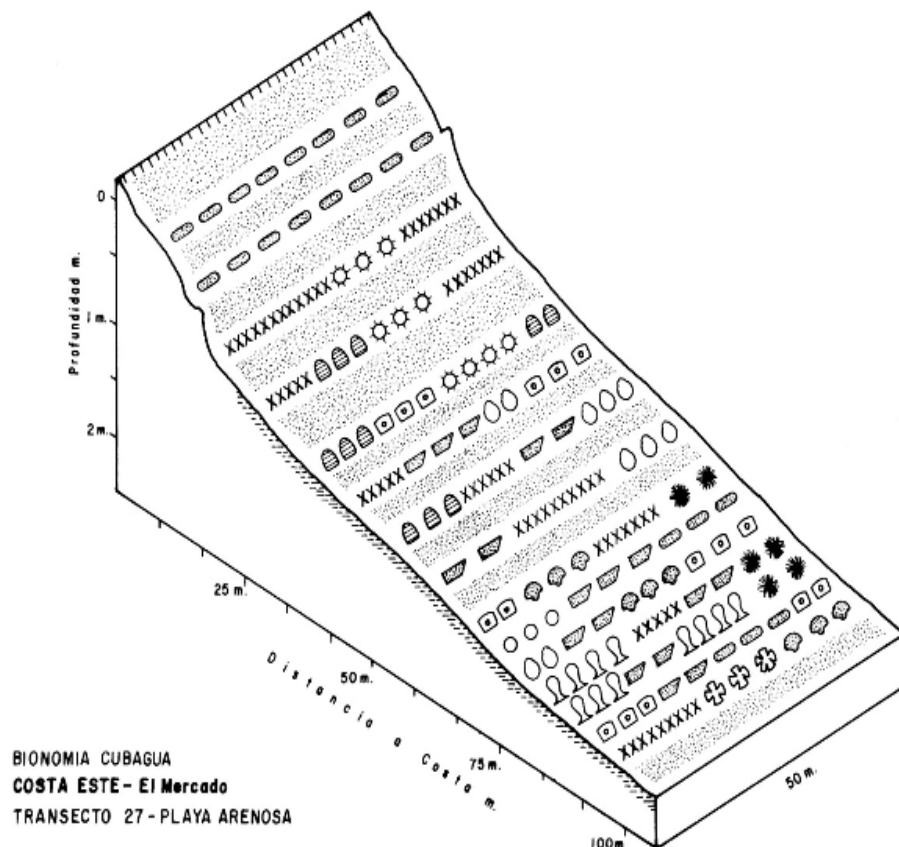


Fig. 6. Bionomía de playa Conejo (El Mercado), costa este de la isla Cubagua, Venezuela

La estación se ubicó en Playa Conejo, a unos 10 m de la punta rocosa de igual nombre, frente al llamado El Mercado. Tiene este nombre por la abundancia de peces asociados a los corales “orejones” *Acropora*, predomina la especie *A. palmata*, donde se encuentran las especies ícticas en especial peces burro *Anisotremus surinamensis*, cocorocos amarillos *Haemulon flavolineatum*, cocorocos rayaos *H. bonariense* y cherecheres *H. steindachneri*; además de isabelitas *Chaetodon capistratus* y leopolditos del género *Stegastes* (= *Eupomacentrus*). Casi todos los “orejones” están muertos; ocupan área entre 1.200 a 1.500 m² y en su parte exterior (sotavento) alcanzan altura de 2,5 m. A barlovento, algunos orejones sobresalen fuera del agua y son lugar de reposo de aves marinas, como “alcatraces” *Pelecanus occidentalis*, que en número de 6-7, siempre están presentes. Los corales muertos tienen coloración parda grisácea ó gris oscuro. Algunos “orejones” vivos, están únicamente a sotavento, se diferencian por color amarillo vivo, que contrasta con el oscuro de los corales muertos, a los que se adhieren algas rojas *Gracilaria*, entre otras. Es notoria la presencia de clorófitas ulváceas *Ulva* y *Enteromorpha*, que pueden recubrirlos. Es importante destacar la cantidad de sedimento que recubre los orejones muertos, al menor contacto se levanta una nube de partículas de arena fina. Hasta 1984, era lugar preferido para la pesca deportiva. Es posible que los “orejones” murieran en 1983, al igual que en muchos lugares del mar Caribe.

A lo largo de la costa desde Punta El Medio hasta Playa Conejo, hay una gran cantidad de basura, arrojada por las corrientes marinas, en su mayoría plásticos, al parecer provenientes de barcos que transitan por las proximidades y en general del sureste de Margarita. En años de la década de 1960, las latas en mal estado de una fábrica de conservas marinas presente en Las Casitas (El Guamache), varaban en esta zona. Asimismo, es notable la presencia de macroalgas *Ulva* y *Enteromorpha* en proceso de descomposición en la costa, ocupan anchura de hasta 6 m.

En la playa predomina la arena fina y la media, tiene coloración amarillenta; en el sustrato son comunes anfipodos *Talorchestia margaritae*. En el supralitoral abundan cangrejos “capuco” *Ocypode quadrata*. En el mediolitoral, hacia el sur esta Punta Conejo, donde están rocas de playa con los moluscos *Littorina interrupta*, *L. ziczac*, *Nerita fulgurans*, *N. versicolor*, *Siphonaria pectinata* y “lapas” *A. granulata*. En el sublitoral, el sustrato es arenoso hasta los 10 m de la costa, tiene rodales de *T. testudinum*, sus hojas son largas y epifitadas.

25 - 50 m (profundidad 0,75 m): predomina la arena media, gruesa y fina; donde abundan anfipodos gammaridos y el molusco *Parvilucina multilineata*. Sobre la arena hay erizos verdes *L. variegatus*, que portan conchas de moluscos pelecípodos, restos de fanerógamas y/o macroalgas, para protegerse de la radiación solar y de los depredadores, incluso las aves. Sobre rocas pequeñas, crecen algas pardas *Padina* y *Sargassum*, también recubiertas por arena fina; entre la arena y las piedras son comunes los “mejilloncitos” *B. modiolus*, los gastrópodos *Columbella mercatoria* y *Smaragdia viridis* y el cangrejo *Mithrax forceps*. Abundan los isópodos, anélidos poliquetos y ofiuros de especies *Ophiactis savignyi*, *Amphiura stimpsoni* y *Ophiothrix angulata*. Los rodales de *Thalassia* son densos, con hojas de hasta 50 cm y epifitos. Los rodales son circulares, con diámetro de unos 10 m, están levantados 15 cm sobre el fondo. Se observaron rocas aplanadas cubiertas por mejilloncitos *Brachiodontes* y zoantarios *P. caribaeorum*. Asimismo están presentes piedrecillas redondeadas (diámetro 5-8 cm) de color rojo intenso por causa de algas rojas calcáreas e incrustantes.

75 m (profundidad 1,5 m): sobre el sustrato predominan rocas pequeñas, con longitud inferior a 25 cm, completamente tapizadas por “mejilloncitos” *B. modiolus*; otras rocas están recubiertas con zoantarios; es notorio la cantidad de sedimento que las recubren. También hay plantas de *Thalassia*, las algas rojas mencionadas y algunas colonias aisladas del “cirial” *M. alcornis*. Son numerosas las algas pardas *Sargassum*, con altura hasta de 30-35 cm, completamente erectas pero recubiertas de sedimento fino. Sobre la arena son comunes erizos *L. variegatus*; mientras que bajo las rocas ó alrededor, están los erizos negros *A. punctulata* y *E. lucunter* que predomina. Sobre el fondo se observaron clorófitas ulváceas, libres pero poco abundantes.

100 m (profundidad 2 m): en el sustrato predomina la arena media, entre la cual viven los moluscos *Smaragdia viridis*, *Olivella nivea* y *Columbella mercatoria*. Las plantas de *Thalassia* no forman un rodal continuo, sino que está dispersa, sus hojas tenían longitud inferior a 10 cm. Hay numerosas rocas con esponjas epifitas de los géneros *Aplysina* y *Chondria*, además de zoantarios *P. caribaeorum*; otras rocas están recubiertas de “mejilloncitos” *Brachidontes* y su fauna asociada es similar a la mencionada previamente. Se observaron “múcuras” *Pseudodiploria*, en su mayoría sanas, su coloración es pardo amarillento, tienen forma casi esférica; algunas muertas estaban colonizadas por zoantarios que las recubrían, o por algas rodófitas *Gracilaria*. Esta macroalga se adhiere a piedras del sustrato, al igual que *Gelidiopsis*, alga filamentosa que asemeja un mechón de cabellos. La Fig. 6 muestra la bionomía del transecto y la granulometría en la TABLA 4.

Al este de la playa estudiada, a unos 60 m de la costa, se localiza el llamado Mercadito, formado por corales “orejones” *Acropora palmata* y algunos pocos *A. prolifera*; el 95 % de corales, estaban muertos. Abunda la clorófito *Enteromorpha*, que forma una masa compacta con altura hasta de 50 cm. A barlovento de los orejones muertos, están vivos pocos “ciriales” *M. squarrosa*; las colonias son macizas, cuadrangulares y engrosadas. En la playa arenosa se colectaron 98 peces de seis especies, fueron frecuentes *M. littoralis* y *E. argenteus*.

TABLA 4. Granulometría de El Mercado, costa este de isla Cubagua, Venezuela.

Fracciones %	0 metros	50 metros	100 metros
Grava (G)	2,69	3,93	2,39
Arena muy gruesa (AMG)	7,12	12,30	2,69
Arena gruesa (AG)	5,24	27,94	9,89
Arena media (AM)	17,00	37,75	81,52
Arena fina (AF)	62,33	16,96	3,07
Arena muy fina (AMF)	3,51	1,07	0,39
Limo-Arcilla (LA)	2,11	0,05	0,03

PLAYA LOS CHIRIPICU - Localización: 10° 49' 747" N - 64° 08' 921" W (Fig.1- Estación 28)

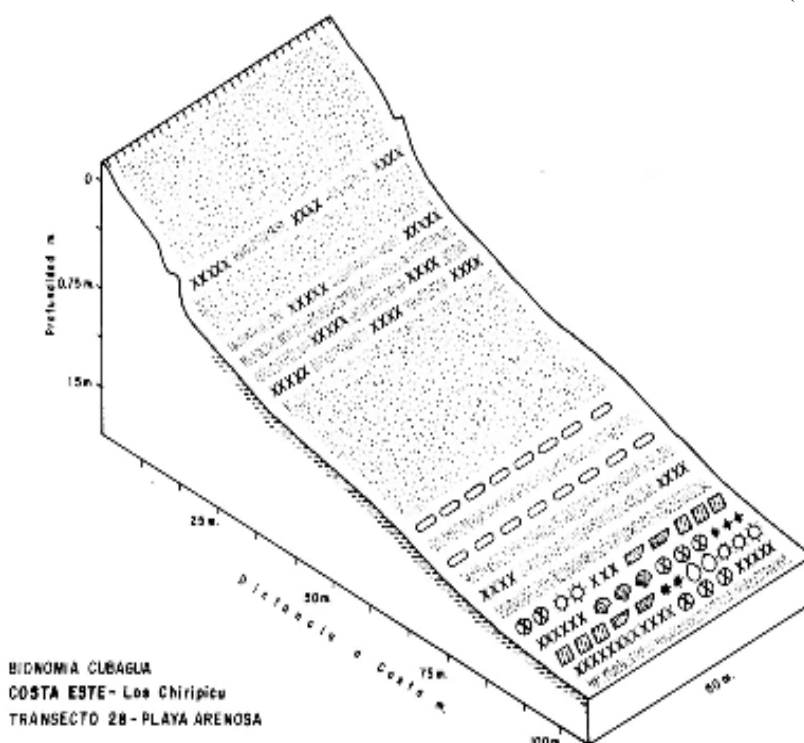


Fig. 7.- Bionomía de playa Chiripicu, costa este de isla Cubagua, Venezuela.

Es una playa arenosa de 300 m de extensión, anchura de 5 m y colinda con una amplia salina. En dirección sur sobrepasa el lugar llamado El Manglecito, por presencia de un mangle negro *Avicennia germinans*. En el supralitoral son comunes cangrejos *Ocypode quadrata*. El día del estudio, la playa estaba totalmente recubierta de “limo” formando tapiz con más de 30 cm de altura, la clorófito dominante era *Enteromorpha*. En el mediolitoral predomina la arena fina y media. En el sustrato, a escasos centímetros de profundidad, abundan restos de conchas de moluscos. Hasta los 100 m de la costa, la profundidad es menor de 1,5 m; hay rodales de *T. testudinum* que se alternan con áreas arenosas consolidadas. El sustrato es duro porque la arena fina ha recubierto las piedras y las conchas subsuperficiales.

25 - 50 m (profundidad 0,5 m): predomina la arena media y fina. Abundan praderas de *Thalassia*, con densidad de 20-25 m², semejan parches sobre la arena. En una cuadrata (0,25 m²) se contabilizaron 84 rizomas y cada uno origina número variable de hojas, entre 10 y 14, por lo que se calculó que había entre 3.360 y 4.704 hojas de *Thalassia* por m². A 50 m de la costa predomina la arena muy fina, que se resuspende al caminar sobre ella. Abundan anfípodos gammaridos, anélidos poliquetos, los crustáceos *Cataleptodius floridanus* y *Microphrys bicornutus*; así como moluscos *Oliva reticularis* y *Antillophos candeii*, entre otras.

75 m (profundidad 1 m): predomina la arena fina. No se observó flora ni fauna, excepto la presencia de unos sacos mucilaginosos digitiformes con altura de 5 cm, débilmente adheridos al sustrato arenoso y cuya densidad es de 3-4 por m². No fue posible coleccionar el animal que forma el saco, al cual se adhieren partículas alimenticias y luego se retrae hacia la cueva, posiblemente sean anélidos poliquetos, que viven en galerías al interior del sustrato. Los rodales de *Thalassia*, se elevan hasta 10-15 cm sobre la arena, las hojas tienen longitud de 25 cm y son abatidas por las corrientes.

100 m (profundidad 1,5 m): el sustrato de arena fina, se resuspende con las olas. Abunda moderadamente (10 plantas /m²) la *Thalassia* de hojas pequeñas, con longitud de 10 cm. Es frecuente la presencia de algas coralíneas *Halimeda opuntia*, formando agregados con diámetro de 30 cm. También hay conglomerados circulares de algas rojas coralíneas *Amphiroa* y *Jania*. Sobre las rocas, se adhieren esponjas negras *Ircinia strobilina* algunas tienen 40 cm de longitud y altura de 30 cm. Numerosas piedras aplanadas, están tapizadas por “mejilloncitos” *B. modiolus*; ó por esponjas *Aplysina* y *Chondria*. A los agregados de *Halimeda* y a las rocas, se asocian muchos organismos; abundan ofiuros *Ophiolepis paucispina*, *Ophiactis savignyi*, *Amphiura stimpsoni* y *Ophiothrix angulata*; se encuentran más de 11 especies de moluscos e igual número de crustáceos, predominando *M. forceps*, *Petrolisthes armatus*, *Cataleptodius floridanus* y *Alpheus armillatus*.

Es típica la presencia de piedrecillas con coloración azul clara intensa, por incrustaciones de algas coralíneas ó son corales en formación. La observación microscópica verifico la presencia de coralitos, es decir orificios minúsculos propios de pólipos de corales madreporicos del género *Porites*, posiblemente *P. colonensis*, especie incrustante de rocas, poco común en el mar Caribe. Estas piedras azuladas están presentes hasta los 80 m de la costa. Asimismo, los erizos *L. variegatus*, estaban cubiertos con conchas de moluscos pelecípodos. Además, algunas piedras las recubrían zoantarios *P. caribaeorum*. Se capturaron 217 peces representados por nueve especies, las comunes fueron *Eucinostomus argenteus*, *E. gula*, *Atherinomorus brasiliensis*, *Nicholsina usta* y *Archosargus rhomboidalis*. La Fig. 7 muestra la bionomía del transecto y la granulometría en la TABLA 5.

CASA PLAYA MELICO - Localización: 10° 48' 552" N - 64° 08' 656" W (Fig.1- Estación 29).

Es una playa rocosa, su coloración gris oscuro; tiene un ancho de 5 m y predomina arena fina y gruesa. Se observaron numerosas rocas aplanadas y conchas de moluscos recubiertas por arena grisácea. En el supralitoral abundan las matas halófitas del “vidrio” *Sesuvium portulacastrum*, que delimita salina que se extiende a lo largo del noreste de Cubagua. En el mediolitoral abundan los moluscos *Littorina interrupta* y *Siphonaria pectinata*, asociados a rocas aplanadas presentes hasta 6 m de la costa; luego hasta

Tabla 5. Granulometría de playa Chiripicu (Mercado), costa este de isla Cubagua, Venezuela.

Fracciones %	0 metros	50 metros	100 metros
Grava (G)	11,94	0,44	0,78
Arena muy gruesa (AMG)	7,90	0,35	0,38
Arena gruesa (AG)	11,92	0,50	0,53
Arena media (AM)	17,41	6,05	7,27
Arena fina (AF)	39,25	89,16	83,53
Arena muy fina (AMF)	11,53	3,28	7,46
Limo-Arcilla (LA)	0,05	0,24	0,05

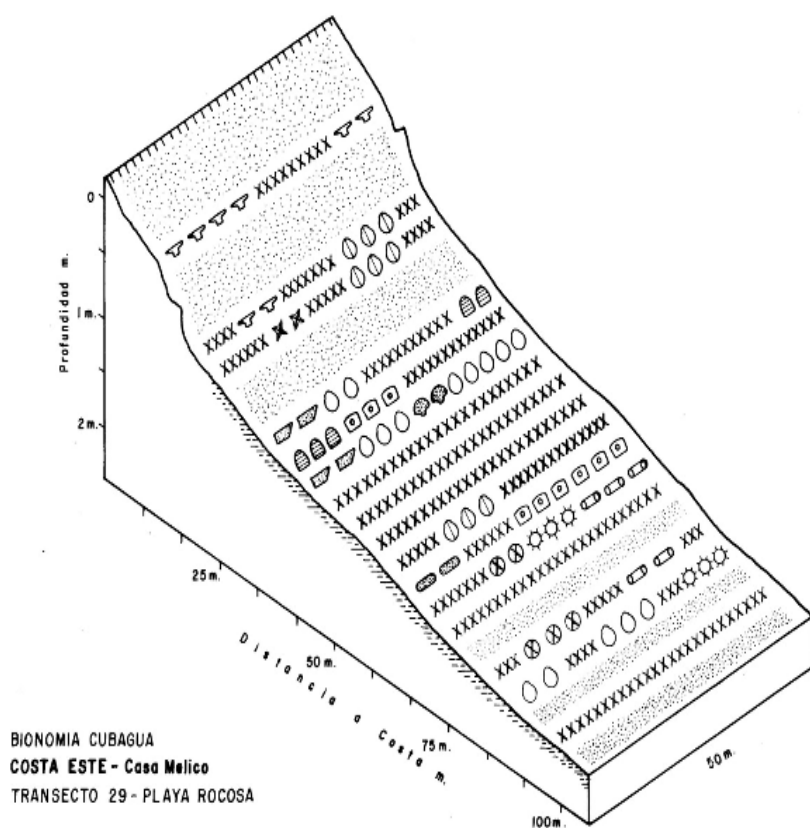


Fig. 8. Bionomía de Casa Melico, costa este de la isla Cubagua, Venezuela.

zoantarios *P. caribaeorum* y/o ascidias coloniales. En algunos lugares las rocas están cubiertas por arena fina y colonizadas por “mejilloncitos” *B. modiolus*, de tal forma que el sustrato parece tapizado por los pequeños pelecípodos. Bajo las rocas son numerosos los anélidos poliquetos, ofiuroideos e isópodos.

Las rocas no tienen epífitos animales, sino algas pardas *Padina* y rodófitas *Gracilaria*. Es de notar, que a estas rocas no se encuentran asociados los erizos negros *E. lucunter* ni *A. punctulata*. También se observaron conglomerados formados por la clorófita calcárea *Halimeda opuntia*.

75 - 100 m (profundidad 1,6 m): sustrato con arena fina y muy fina. Se mantiene la dominancia de *Thalassia*, con hojas que alcanzan más de 40-50 cm, con epífitos numerosos. A los 100 m de la playa, las hojas tienen longitud inferior a 12 cm, sus extremos no son uniformes, al parecer cortadas por herbívoros, quizás el pez loro *Scarus croicensis*, que es el común. En los rodales abunda la ostra perla *P. imbricata* formando racimos hasta de 20 ostras/m²; también se observaron racimos de pepitona *Arca zebra*, menos abundantes. Es notoria la abundancia de camaroncitos carideos *Synalpheus towsendii* y cangrejos *Mithrax*. Así como los ofiuros *Ophioderma cinereum*, *Ophiothrix angulata* y *O. orstedii*. Los erizos *L. variegatus* tienen densidad entre 8-10 ejemplares / m². Las clorófitas *Enteromorpha*, cubren de manera discontinua la pradera de *Thalassia*. También la clorófita *H. opuntia* forma agregados con diámetro de 20 cm; los “pepinos

los 12 m, hay arena consolidada y aparece *Thalassia*. La playa no es apta para bañistas por la abundancia de piedras y de rodales densos de *T. tesdudinum*, además la profundidad es muy escasa porque se inicia un extenso “bajo” que eluden los pescadores, porque los “peñeros” pueden encallar.

25 – 50 m (profundidad 0,7 m): sustrato con arena fina. Abundan los rodales de *Thalassia* que se encuentran elevados sobre la arena; bajo sus hojas abundan estrellas de mar del género *Echinaster*; racimos pequeños de ostra perla *Pinctada imbricata* y erizos *L. variegatus*. La *Thalassia* tiene hojas largas, se contaron más de 200 rizoides en cuadrata de 0,25 m². Hacia los 40 m de la costa aparecen pequeñas piedras aisladas, aplanadas y de coloración azul; otras tienen

de mar” *Isostichopus badionotus*, fueron abundantes, así como las algas *Sargassum* y *Gracilaria*, sobre el sustrato consolidado, por abundancia de conchas de moluscos recubiertas por la arena fina. Se colectaron 141 peces de nueve especies, las frecuentes fueron *Nicholsina usta*, *A. rhomboidalis* y *Eucinostomus argenteus*. La Fig. 8 muestra la bionomía del transecto.

PUNTA LA CABECERA - Localización: 10° 49’ 377’’ N - 64° 08’ 369’’ W (Fig.1- Estación 30).

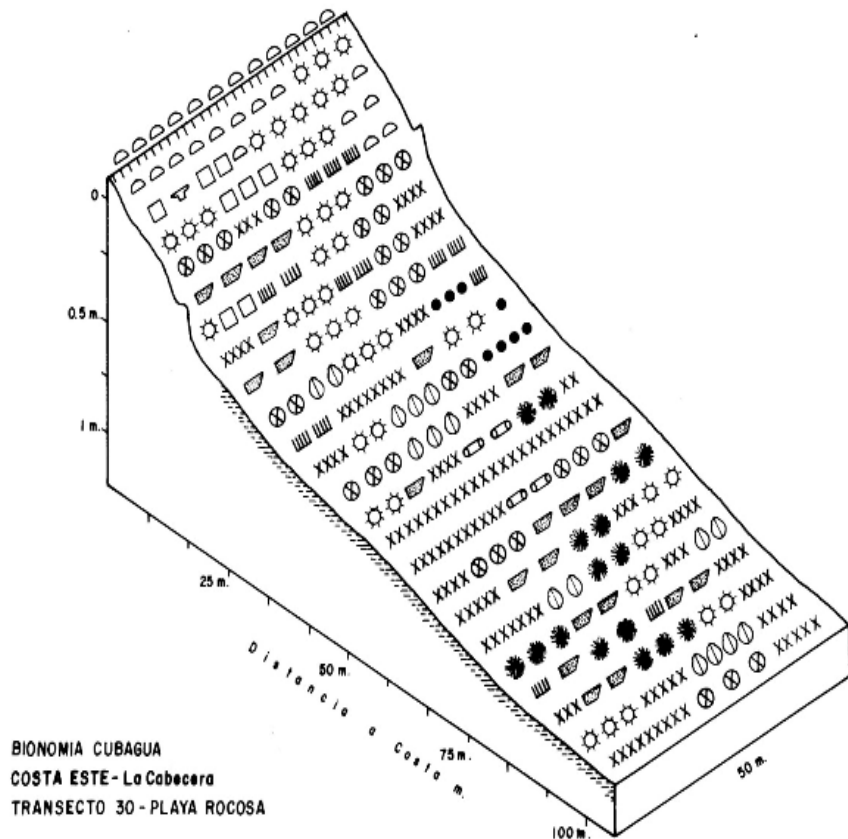


Fig. 9. Bionomía de Punta La Cabecera, costa este de la isla Cubagua, Venezuela.

y hasta 12 cm de diámetro. Se observó que una anémona estaba ingiriendo un pez “sapo” *Amphichthys cryptocentrus*. Es notoria la clorófito *H. opuntia*, con ascidias coloniales de color marrón; así como esponjas amarillas *Aplysina* y *Amphimedon* de color verde, forman costras vistosas.

Se encontraron numerosos peces venenosos *Thalassophryne maculosa*, son los peligrosos “sapo cano” con glándulas venenosas asociadas a espinas de su aleta dorsal. Los pescadores mencionan que abundan en proximidades de rancherías donde se limpia pescado, de no haber ranchería, desaparecen, como ocurrió en playas de Bahía Charagato, quizás debido a la ausencia de los cardúmenes de pequeños peces (lisitas) que son su alimento.

25 - 50 m (profundidad 0,5 m): fondo de arena fina consolidada. Se aprecia gran pradera de *Thalassia*, cuyas hojas tenían mas de 30 cm de longitud y cubiertas de epifitos, principalmente rodoficeas microscópicas, su extraordinaria abundancia proporciona una coloración rojiza en porciones medias y distales de las hojas. Abundan los erizos verdes *L. variegatus* y los negros ó rojos *E. lucunter*, con densidades similares (20-25/m²). Se aprecia mayor abundancia de algas *Halimeda*, y racimos de pepitona *A. zebra* de tamaño superior a 5 cm; la ostra perla *P. imbricata*, es menos frecuente, así como los “pepinos” *I. badionotus*. Se observaron numerosos “ciriales”, destacan las colonias engrosadas de *Millepora complanata* la cual, es menos abundante que *M. alcicornis*. A la *Thalassia* y los ciriales, se asocian cangrejos *M. forceps* y *Microphrys bicornutus*, los camaroncitos *Hippolyte curacaoensis* y *Synalpheus fritzmuelleri*. Además

El estudio se realizo en punta de La Cabecera, donde se encuentran rocas en proceso erosivo, porque tienen canales por donde entra agua, ó rompen olas suaves. En consecuencia no hay playa arenosa. En el mediolitoral, es notable la abundancia del erizo negro *E. lucunter* en agujeros y oquedades de las rocas, además son numerosos juveniles del pez “petaca” *Abudefduf saxatilis*, en pozas rocosas o entre las piedras. Sobre las rocas abundan las “lapas” *Acanthopleura granulata*; los gasterópodos *Littorina ziczac*, *L. interrupta*, *Nerita versicolor* y *N. tessellata*. En el sublitoral son comunes conglomerados de *Halimeda opuntia*, además de plantas dispersas de *Thalassia*. Hacia los 10 m de la costa, sobre las piedras o arena, las anémonas del género *Stichodactyla* son muy numerosas, de color pardo verdoso

abundan anfipodos gammaridos, anélidos poliquetos y los ofiuroideos *Ophiactis savignyi*, *Ophiolepis paucispina*, *Ophionereis reticulata*, *Amphiura stimpsonii* y *Ophiocomella ophiactoides*.

75 m (profundidad 0,8 m): el sustrato es poco consolidado, continúa la presencia de *Thalassia* con hojas largas. Es notable la abundancia de los ciriales *Millepora*, sin constituir formaciones continuas, a las cuales se asocian erizos negros y rojos *E. lucunter*, predomina la variedad de color negro. El erizo *L. variegatus* también es común, pero con densidad menor que a 100 m de la costa. Los conglomerados de *Halimeda* y piedras aisladas están recubiertas por arena fina y tienen zoantarios *Zoanthus pulchellus*, de color verde. A las piedras se asocian hasta 11 especies de cangrejos, abundan *M. forceps*, *Cataleptodius floridanus*, *Petrolisthes armatus*, *Hippolyte curacaoensis* y *Pagurus brevidactylus*; también viven hasta 15 especies de moluscos, son comunes *Rhombinella laevigata*, *Crucibulum auricula*, *Arca zebra*, *Chama congregata*, *Trachypollia nodulosa* y *Thais haemastoma*. Los ofiuroideos se representaron por ocho especies, *Ophiolepis paucispina*, *Amphipholis squamata*, *Ophiocoma echinata*, *Ophioderma cinereum*, *Ophiactis savignyi*, *Ophiotrix angulata* y *Amphiura stimpsoni*, entre otras. Los anélidos poliquetos y los crustáceos isópodos, también son frecuentes. En muchos de los transectos realizados en este estudio se colectaron gasterópodos *C. auricula*, el cual es hospedero de la nueva especie de cangrejo *Calyptraeotheres hernandesi*.

100 m (profundidad 1 m): sustrato casi consolidado, porque la arena fina recubre fragmentos de corales “manoegato” *Porites porites*. Es uniforme la *Thalassia* con hojas cortas, menos de 10 cm. Se mantenía abundancia de *H. opuntia*, sus conglomerados con diámetro hasta 40 cm. Es notable abundancia de erizos juveniles *L. variegatus*, con densidad hasta 50 erizos por m² y los erizos negros *E. lucunter*, frecuentes bajo las hojas. Algunas rocas tenían zoantarios *Z. pulchellus* y “mejilloncitos” *B. modiolus* y *B. domingensis*. La fauna es similar a la descrita a los 75 m de la costa. También, es común la ostra perla *P. imbricata*, enterradas hasta la mitad de la concha, a diferencia de racimos de pepitona *A. zebra*, sobre el sustrato. Las colonias de “ciriales” *M. alcicornis*, tienen menos de 20 cm, se le asocian numerosos erizos negros *Echinometra*, los de color rojo son escasos. Sobre la arena o adheridas a conchas de pelecípodos ó piedras pequeñas, son comunes anémonas *Stichodactyla*. También, se observaron algunos corales “manoegato” *P. porites*, vivos. La Fig. 9 muestra la bionomía del transecto y la granulometría en la Tabla 6.

En la amplia área llamada La Cabecera, las colonias del “cirial” *M. complanata* predominan, en determinados lugares, forman inmensas agregaciones continuas; también abunda *M. alcicornis*; pero *M. strigosa* no es frecuente, solamente está en algunos lugares. Entre los “ciriales” que dominan hasta profundidad de 3-4 m; se encuentran unas ocho especies de corales madreporicos, abundan *Porites porites*, *P. astreoides*, *Pseudodiploria strigosa*, *P. clivosa* y *Siderastrea radians*; *Oculina diffusa*, *S. siderea* y *Solenastrea bournoni*, son escasas (RODRÍGUEZ 2004). En la colecta de peces se capturaron 161 ejemplares de nueve especies, fueron comunes *Jenkinsia lamprotaenia*, *Nicholsina usta*, *Eucinostomus argenteus* y *A. rhomboidalis*.

Al nordeste de Cubagua, en 2007 se observó presencia masiva del alga roja exótica *Kappaphycus alvarezii* sobre “ciriales” *Millepora alcicornis*, causando el blanqueamiento del coral en las zonas de

TABLA 6. Granulometría de La Cabecera, costa este de isla Cubagua, Venezuela.

Fracciones %	0 metros	50 metros	100 metros
Grava (G)	20,88	0,19	5,18
Arena muy gruesa (AMG)	14,44	0,27	14,97
Arena gruesa (AG)	13,15	0,40	0,11
Arena media (AM)	9,92	1,16	9,10
Arena fina (AF)	18,52	64,31	25,75
Arena muy fina (AMF)	22,58	32,86	33,65
Limo-Arcilla (LA)	0,50	0,81	1,23

contacto (BARRIOS *et al.* 2007). Esta especie puede causar gran daño en esta área, porque las inmensas praderas de “ciriales” del género *Millepora* son espectaculares y constituyen una asociación de gran interés ecológico y de atractivo visual extraordinario.

LA CABECERA SUR - Localización: 10 ° 49' 140" N - 64 ° 08' 528" W (Fig.1- Estación 31).

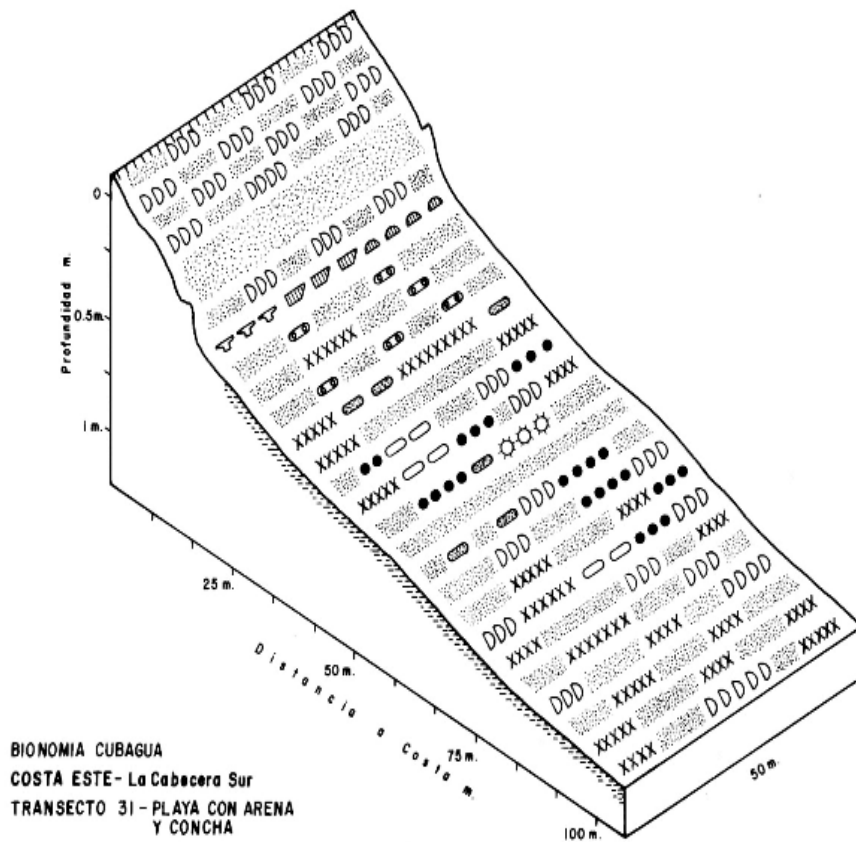


Fig. 10. Bionomía de La Cabecera Sur, costa este de isla Cubagua, Venezuela.

25 – 50 m (profundidad 0,5 m): el sustrato con arena fina y muy fina, de color gris oscuro; en algunas pocas áreas la tonalidad es casi negra, por la presencia de cianobacterias del género *Microcoleus*, en manchas continuas. Hay rodales de *Thalassia*, casi cubiertos por macroalgas clorófitas sueltas, predomina *Enteromorpha*, también hay *Penicillus*. Se observaron madrigueras circulares de anélidos poliquetos, se identifican por sacos mucilaginosos con longitud hasta de 25 cm, verticales sobre el sustrato. A 60 m de la costa, reaparecen los rodales de *Thalassia*, con hojas delgadas y cortas, de longitud menor a 15 cm, entre ellas erizos *L. variegatus*, que tienen densidad de 1 / m². A 65 m de la costa, hay una franja de arena fina con cuevas del camarón “bravo o navaja”, las madrigueras tienen mas de 40 cm de profundidad, son de crustáceos estomatópodos de géneros *Squilla* ó *Lysiosquilla*.

75 m (profundidad 0,8 m): sustrato de arena fina con conchillas y restos de corales *P. porites*. Existen rodales de *Thalassia* poco densos alternados con franjas arenosas, que los pescadores denominan “blanquizales”, donde hay cuevas de camarón “navaja” y de poliquetos. Se observaron numerosas cangrejas juveniles *Portunus spinimanus*, que se entierran rápidamente en la arena. Son comunes los agujeros del pez “traganaví” *Opisthognathus macrognathus*, con las típicas conchillas alrededor de la entrada de su cueva. Asimismo se observaron peces “sapo cano” *Thalassophryne maculosa*, enterrados en la arena.

100 m (profundidad 1 m): sustrato de arena fina, media y gruesa, además de conchilla y restos de coral. Con áreas arenosas intercaladas con rodales de *Thalassia*, de hojas pequeñas y delgadas. La densidad de erizos *L. variegatus*, es inferior a 3/ m². Sobre la arena y/o bajo la fanerógama hay esponjas mucosas de color marrón claro (largo 5 cm), quizás son *Ectyoplasia*. Se observaron rocas pequeñas y alrededor erizos *E.*

La playa tiene rocas aplanadas y áreas arenosas, con numerosas conchas de pelecípodos y fragmentos de “manoegato” *P. porites*. En el mediolitoral predomina arena fina, arena gruesa y grava. Entre rocas y fragmentos de coral son comunes cangrejos *Pachygrapsus transversus*, *Clibanarius antillensis* y *Cataleptodius floridanus*; los moluscos *Nerita peloronta*, *N. tessellata*, *Cerithium lutosum* y *Anadara ovalis*; también los peces *Scartella cristata* y *Labrisomus nuchipinnis*. A unos 8-10 m de la playa hay rocas aplanadas, pobres en organismos. Hasta los 20 m se mantiene la abundancia de restos de pelecípodos, principalmente ostra perla *P. imbricata* y pepitona *A. zebra*, provenientes de la actividad pesquera.

lucunter. Bajo esas rocas abundan anélidos poliquetos e isópodos; son comunes los crustáceos *M. forceps* y *Synalpheus towsendi*; así como los moluscos *L. aristata*, *B. modiolus*, *P. imbricata* y *Chama congregata*. En general, el sustrato es pobre en organismos, quizás es consecuencia de la actividad pesquera, porque están asentados numerosos pescadores. La Fig. 10 muestra la bionomía del transecto.

Se realizó observación hasta 600 m de la costa. Desde los 300 m y hasta 450 m se presenta extraordinaria abundancia de “ciriales” *M. complanata*, las colonias tienen numerosos peces arrecifales. El sustrato contiene conchas de pelecípodos, fragmentos del coral *Porites*, así como “ramales” que son corales “blandos” (la mayoría agrupados en Subclase Octocorallia y Orden Alcyonacea, por lo que también se denominan octocorales ó alcionarios) que pertenecen al género *Eunicea*. Hay “múcuras” *Pseudodiploria*, aisladas, todas casi esféricas y con diámetro hasta de 1 m. Hacia 500-600 m de la costa, la *Thalassia* es dispersa, con hojas pequeñas, los rodales escasos por efecto de “rastras” que pescan ostraperla y pepitona. En el sustrato hay “ciriales” volteados y fragmentados. Son numerosos los pelecípodos de “ostra perla” y “pepitona” formando racimos.

Entre La Cabecera y Chucuruco había siete rancherías de pescadores. En los días del estudio estaban pescadores del Guamache de isla de Coche, que utilizan trenes “jala pa’ tierra” que faenan desde Cubagua y varan en Punta de Piedras, cerca de la chalana (barco de transporte) hundida. Los pescadores margariteños, se quejan de los guamacheros porque cuando limpian las redes, ensucian las playas. Se colectaron 314 peces de 12 especies, comunes fueron *Archosargus rhomboidalis*, *Jenkinsia lamprotaenia*, *Lutjanus griseus*, *Nicholsina usta*, *Eucinostomus gula* y *Sphoeroides greeleyi*, es decir propios de sustrato blando.

PUNTA CHUCURUCO - Localización: 10° 48’ 861’’ N - 64° 08’ 686’’ W (Fig. 1 Estacion 32).

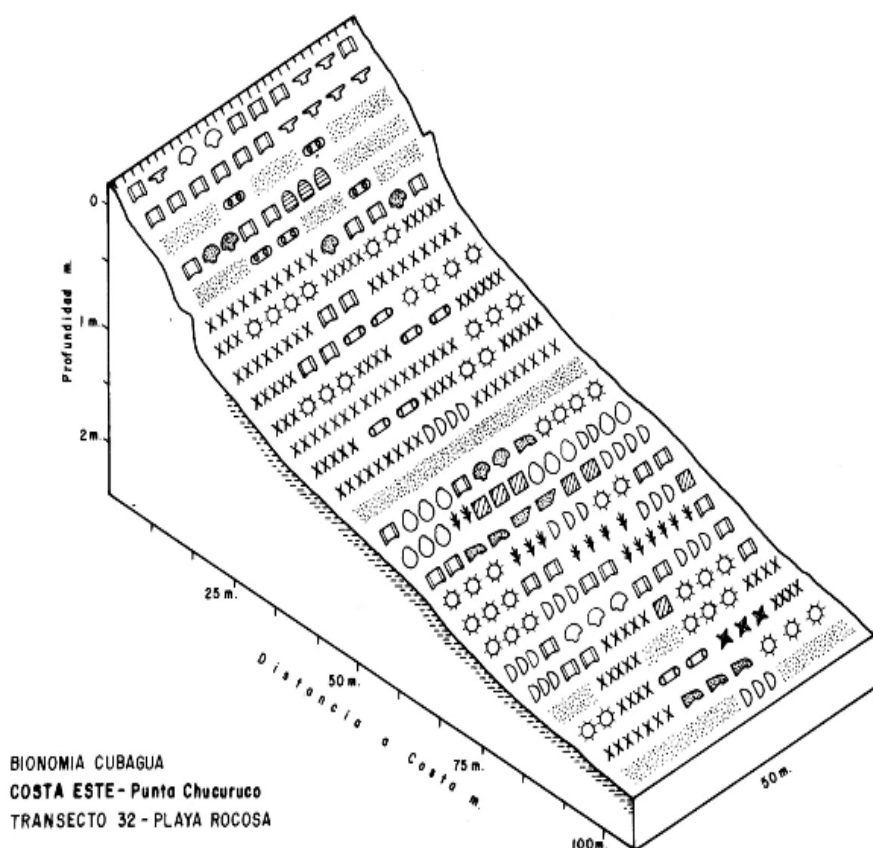


Fig. 11. Bionomía de Punta Chucuruco, costa este de isla Cubagua, Venezuela.

Playa rocosa, con piedras desprendidas de acantilado con 1,8 m de altura. Hay áreas arenosas con longitud hasta 4 m, donde predomina la arena gruesa. En piedras del mediolitoral, son comunes *Littorina interrupta* y *Turbo castanea*, y el crustáceo *Cataleptodius floridanus*. En la arena abundan los crustáceos isópodos y anfípodos *Gammarus*. En el sublitoral hay muchas piedras pequeñas de menos de 20 cm, donde crecen algas de géneros *Penicillus* y *Padina*; entre las piedrecillas viven pequeños peces *S. cristata* y *L. nuchipinnis*. A continuación se presenta franja arenosa gris oscuro, donde se observan parches de cianófitas *Microcoleus*. A pocos centímetros de profundidad, el sustrato tiene coloración negra y fuerte olor a ácido sulfídrico, lo que indica activa descomposición

orgánica y poco oxígeno. Hacia 10 m de la playa, se encuentra una pradera de *T. testudinum* que se prolonga hasta 40 m de la costa.

25 - 50 m (profundidad 0,6 m): sustrato de arena fina y color amarillo. Hay amplio rodal de *Thalassia*, con hojas que superan los 50 cm. Los erizos *L. variegatus*, son abundantes; también los erizos negros *E. lucunter*, y “pepinos de mar” *I. badionatus*. En el sustrato abundan anélidos poliquetos, isópodos, anfípodos, los ofiuros *Ophiocoma pumila* y *Ophioderma appressum*; y sipuncúlidos del género *Phascolosoma*. A 50 m de la costa, el sustrato tiene arena consolidada, porque arenas finas y muy finas, recubren restos de corales *P. porites*. Hay rocas tapizadas de “mejilloncitos” *B. modiolus* y *B. dominguensis*, de longitud superior a 3 cm. Abundan las algas *Sargassum*, erectas sobre el sustrato. Hacia los 40 m de la costa aparece una densa pradera de *T. testudinum* con hojas largas, está 30 cm por encima del sustrato. Hacia los 50 m hay piedras pequeñas, con muchos erizos negros. Abundan los cangrejos *Mithrax forceps* y *Petrolisthes armatus*; así como moluscos *Columbella mercatoria*, *Chama congregata* y *Ch. macerophylla*.

75 m (profundidad 1,5 m): el sustrato con arena fina y restos fragmentados del coral *P. porites*. Es notoria la mayor presencia de rocas recubiertas con esponjas negras y/o pardas y erizos *E. lucunter* y *A. punctulata*. Predominan las piedras pequeñas, con longitud inferior a 30 cm, donde son comunes moluscos *Ch. congregata*, *Barbatia cancellaria* y “lapas” *Ischnochiton striolatus*; también se colectaron pulpos *Octopus briareus*, juveniles. Bajo las piedras viven cangrejos *M. forceps*, *Pilumnus dasypodus* y *Micropanope nuttingi*. Es característica la presencia de peces *Equetus acuminatus*, conocidos como “obispos”; los adultos con talla superior a 15 cm, están por debajo de los erizos, mientras que los juveniles permanecen por encima, sobre ó cerca de las rocas y entre espinas de los erizos. Estos peces son muy abundantes y se relaciona con la toponimia de la cercana playa El Obispo. Sobre las rocas se fijan macroalgas *Caulerpa*, *Sargassum* y otra, al parecer *Porphyra*. También, es abundante el “limo” libre, predomina la clorófito *Enteromorpha*.

100 m (profundidad 2 m): sustrato de arena gruesa y media, con restos coralinos y conchas de moluscos. Predomina la *Thalassia*, poco densa y sus hojas no superan 12 cm. Están presentes rocas hasta de 50 cm de largo, recubiertas por esponjas negras *Chondria* que forman una costra gruesa, brillante y consistente; también se observan *Chondrilla*, de color marrón. A las rocas se asocian grandes erizos *E. lucunter*, algunos con diámetro hasta de 15 cm y también está *A. punctulata*. Entre las piedras son comunes cangrejos *M. forceps*; camaroncitos *Periclemenes yucatanicus* y *Alpheus armillatus*, así como ofiuros *Amphiura stimpsoni* y *Ophioderma* sp. En la pradera de *Thalassia*, abundan erizos *L. variegatus* de talla pequeña y escasa densidad (10 /m²). Son frecuentes los “pepinos de mar” *Isostichopus badionatus* y *Holothuria mexicana*; así como estrellas *Echinaster*. Se colectaron 113 peces de 14 especies, fueron comunes *Nicholsina usta*, *Archosargus rhomboidalis*, *Eucinostomus argenteus*, *E. gula* y *Labrisomus nuchipinnis*. La Fig. 11 muestra la bionomía del transecto y la granulometría en la TABLA 7.

Se hizo observación hasta 600 m de la costa. Hacia los 300 m se presenta pradera uniforme de *Thalassia*, de hoja corta y rocas aisladas. A partir de los 350 m predomina el sustrato arenoso, la fanerógama está dispersa y con racimos de pepitona *Arca zebra* y ostra perla *Pinctada imbricata*. Por la uniformidad plana del sustrato, se nota efecto de las rastras que capturan estos moluscos.

TABLA 7. Granulometría de Punta Chucuruco, costa este de isla Cubagua, Venezuela.

Fracciones %	0 metros	50 metros	100 metros
Grava (G)	4,61	0,21	13,3
Arena muy gruesa (AMG)	25,27	1,49	21,93
Arena gruesa (AG)	23,54	1,03	18,67
Arena media (AM)	8,28	0,85	22,80
Arena fina (AF)	19,93	35,55	21,81
Arena muy fina (AMF)	16,68	58,65	1,21
Limo-Arcilla (LA)	1,69	2,22	0,27

PLAYA EL OBISPO - Localización: 10° 48' 713"N - 64° 08' 958"W (Fig. 1 Estacion 33).

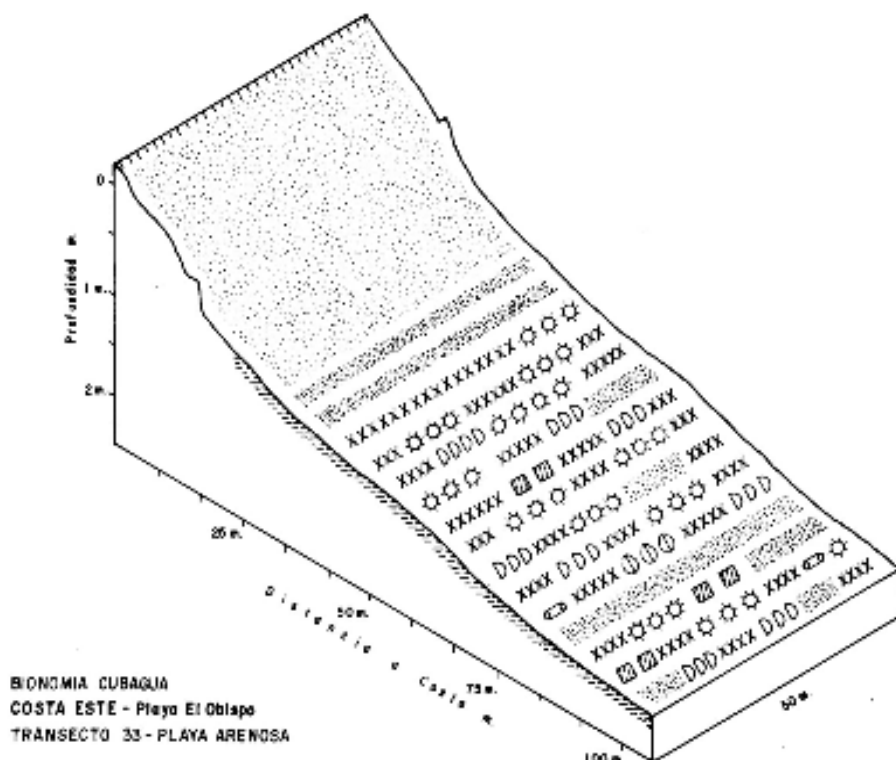


Fig. 12. Bionomía de playa El Obispo, costa este de isla Cubagua, Venezuela.

La playa es estrecha, con anchura media de 3 m porque por detrás, en el supralitoral hay dunas de arena consolidada, alcanzan altura de 2,5 m. En ellas se encuentran fósiles de pelecípodos pectínidos; asimismo abundan madrigueras de “capuco” *Ocypode quadrata*. En el mediolitoral predomina la arena media, fina y muy fina; el sublitoral es relativamente fangoso. La playa El Obispo puede tener uso turístico, sin embargo es estrecha, poco profunda y el agua es turbia.

25 - 50 m (profundidad 0,8 m): sustrato arenofangoso, sin algas, excepto clorófitas filamentosas que flotan.

Las olas resuspenden arena fina del sustrato, por lo que la visibilidad es escasa, formándose mancha de coloración parda, que se extiende hasta 40 m de la costa. A los 50 m el sustrato tiene coloración amarillenta, predomina arena fina, media y grava. Hay pradera de *Thalassia* con hojas de 20 cm; el rodal se encuentra 15 cm sobre el sustrato. Los erizos *L. variegatus* y *E. lucunter* abundan debajo de las hojas. A la fanerógama se asocian abundantes crustáceos isópodos y anélidos poliquetos; son comunes ofiuros *Ophiolepis paucispina*, *Ophiocomella phiactoides* y *Ophiophragmus pulcheri*; los cangrejos *Microphrys bicornutus* y *Panopeus occidentalis*. Se observaron esponjas *Chondria* de coloración negro y *Aplysina* amarillenta.

75 - 100 m (profundidad 1,7 m): sustrato con arena fina, media y gruesa. Existe amplia pradera de *Thalassia*, con hojas uniformes (8-10 cm longitud) donde se encuentran erizos *L. variegatus*, con talla inferior a 4 cm y densidad mayor a 20 m². Sobre el sustrato arenoso ó sobre el “limo” abundan las esponjas *Aplysina*, que forman manchas de 50 cm de largo y 30 cm de ancho. Por debajo de las cuales están presentes “mejilloncitos” *B. modiolus*. Asimismo, sobre el sustrato se observaron racimos de pepitona *A. zebra*, de ostra perla *P. imbricata* y “pepinos” *I. badionatus*. Se colectaron 116 peces de 11 especies, las comunes fueron *Sciades herzbergii*, *Umbrina coroides* y la nueva especie *Ophioscion gomezi*. La Fig. 12 muestra la bionomía del transecto.

PUNTA YIRU - Localización: 10° 48' 415"N - 64° 09' 072"W (Fig. 1 Estación 34).

Playa fangosa con piedras, estrecha, con anchura inferior a 3 m. El supralitoral tiene acantilado arenoso con rocas consolidadas, tiene altura de 2,5 m. Hacia el sur, hay rocas de gran tamaño que se desplomaron del acantilado. El borde costero tiene gran cantidad de basura, botellas y plásticos, depositados por las olas. En el mediolitoral, predomina la arena media y gruesa. El sublitoral es arenofangoso, hasta unos 8 m de la playa hay piedras semienterradas, sobre las cuales abundan pelecípodos *B. modiolus*. A los 10 m se inicia densa pradera de *Thalassia*.

25 m (profundidad 1 m): sustrato con arena muy fina. La pradera de *Thalassia* está 20 cm por encima de arena adyacente. Abundan erizos negros *E. lucunter*. En el sustrato arenofangoso hay rocas aplanadas,

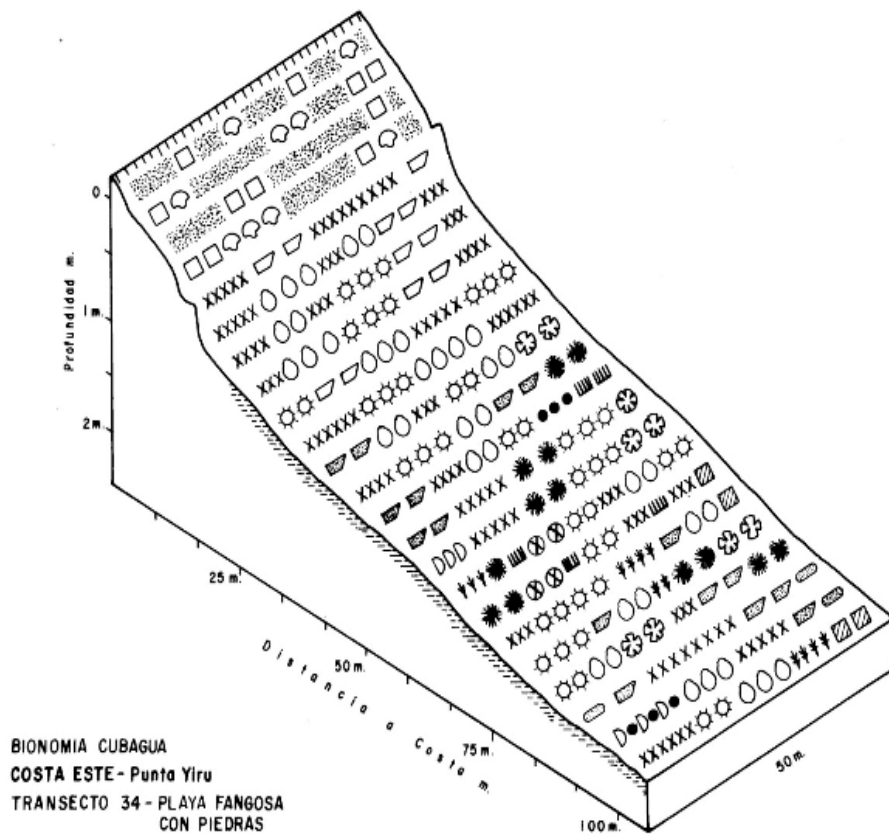


Fig. 13. Bionomía Punta Yirú, costa este de isla Cubagua, Venezuela.

arena fina y media; los erizos negros *E. lucunter* y *A. punctulata*, abundan más que los verdes *L. variegatus*. Hay numerosas macroalgas *Sargassum* y *Gracilaria*. Abundan piedras semienterradas tapizadas por “mejilloncitos” *B. modiolus*, que predominan. Son comunes las esponjas *Chondria* y *Aplysina*, creciendo como una costra sobre las rocas. A las piedras, además de pelecípodos, se asocian cangrejos *M. forceps*, *Pitho laevigata* y el molusco *Nitidella nitida*. Se observaron “ciriales” *M. squarrosa* dispersos y también conglomerados redondeados hasta de 30 cm de algas calcáreas *Halimeda opuntia*; abundan anémonas *Stichodactyla*, con diámetro hasta de 25 cm. Así como algunos octocorales (“ramales”) pequeños, del género *Leptogorgia*.

100 m (profundidad 2 m): sustrato con arena fina y media. Se presenta amplia pradera de *Thalassia* de hojas cortas; el erizo verde *L. variegatus* es mas abundante que el negro *E. lucunter* y *A. punctulata*. Adheridas al sustrato, abundan algas pardas *Sargassum*, semejan pequeños arbolitos con altura hasta de 40 cm. Las clorófitas *Enteromorpha*, son comunes sobre el sustrato y sobre las algas pardas. En algunas áreas, el fondo está tapizado por moluscos *Brachidontes*, y por esponjas *Aplysina*. Sobre las piedras, cubiertas con arena, viven zoantarios *Palithoa* y *Zoanthus*. Bajo corales urticantes o “ciriales” *Millepora*, se observaron moluscos opisthobranchios de coloración parda con manchas redondeadas blancas, del género *Aplysia*. Entre las piedras y “ciriales” son frecuentes los anélidos poliquetos y cangrejos *M. forceps*; así como los ofiuros *Ophionereis reticulata*, *Ophiotrix orstedii*, *O. angulata*, *Ophiactis savignyi* y *Ophioderma brevicaudum*. También se encuentran cuevas del pez “sapo” *A. cryptocentrus*, los cuales emiten un fuerte ruido, al frotar sus dientes faríngeos. Se observaron racimos de ostra perla *P. imbricata* y de pepitona *A. zebra*. La Fig. 13 muestra la bionomía del transecto y la granulometría en la TABLA 8.

A distancia de 150 m de la costa, están presentes numerosas múcuras *Pseudodiploria* con diámetro inferior a 1,5 m; algunas se encontraban volteadas y cubiertas por *Enteromorpha*, *Padina* y *Sargassum*. También abundan colonias de “ciriales” *M. complanata*, todas pequeñas (largo 20 cm y alto 10 cm) con

sobre las que viven cantidad de “mejilloncitos” *B. modiolus*. Bajo las piedras son comunes anélidos poliquetos, cangrejos *Petrolisthes armatus* y *Mithrax forceps*, así como camaroncitos *Synalpheus*.

50 - 75 m (profundidad 1,6 m): sustrato con arena media, gruesa y restos de conchilla. Las hojas de *Thalassia* tienen tonalidad rojiza por las algas rojas epifitas de género *Fosliella* y *Melobesia*. Sobre rocas aplanadas presentes sobre el fondo, abundan erizos *E. lucunter*, con densidad de 50 / m². Se observaron pequeñas múcuras *Pseudodiploria* con diámetro de 20 cm. El sustrato es duro, por las piedras recubiertas por la arena, lo que explica la abundancia de *B. modiolus* y de zoantarios *P. caribaeorum*. A 75 m de la costa el sustrato tiene

erizos negros *E. lucunter*. Se colectaron 64 peces de 12 especies, las frecuentes fueron *Umbrina coroides* y *Nicholsina usta*.

TABLA 8. Granulometría de Punta Yirú, costa este de isla Cubagua, Venezuela.

Fracciones %	0 metros	50 metros	100 metros
Grava (G)	4,04	22,11	6,00
Arena muy gruesa (AMG)	12,57	10,61	14,65
Arena gruesa (AG)	32,90	8,63	13,87
Arena media (AM)	33,33	16,55	19,27
Arena fina (AF)	11,11	28,77	41,28
Arena muy fina (AMF)	6,05	12,65	4,57
Limo-Arcilla (LA)	0,01	0,69	0,37

COSTA OESTE (Punta Arenas a Punta Brasil)

PUNTA ARENAS (Los Pájaros) - Localización: 10° 47' 88"N 64° 13' 063"W (Fig.1 Estación 10)

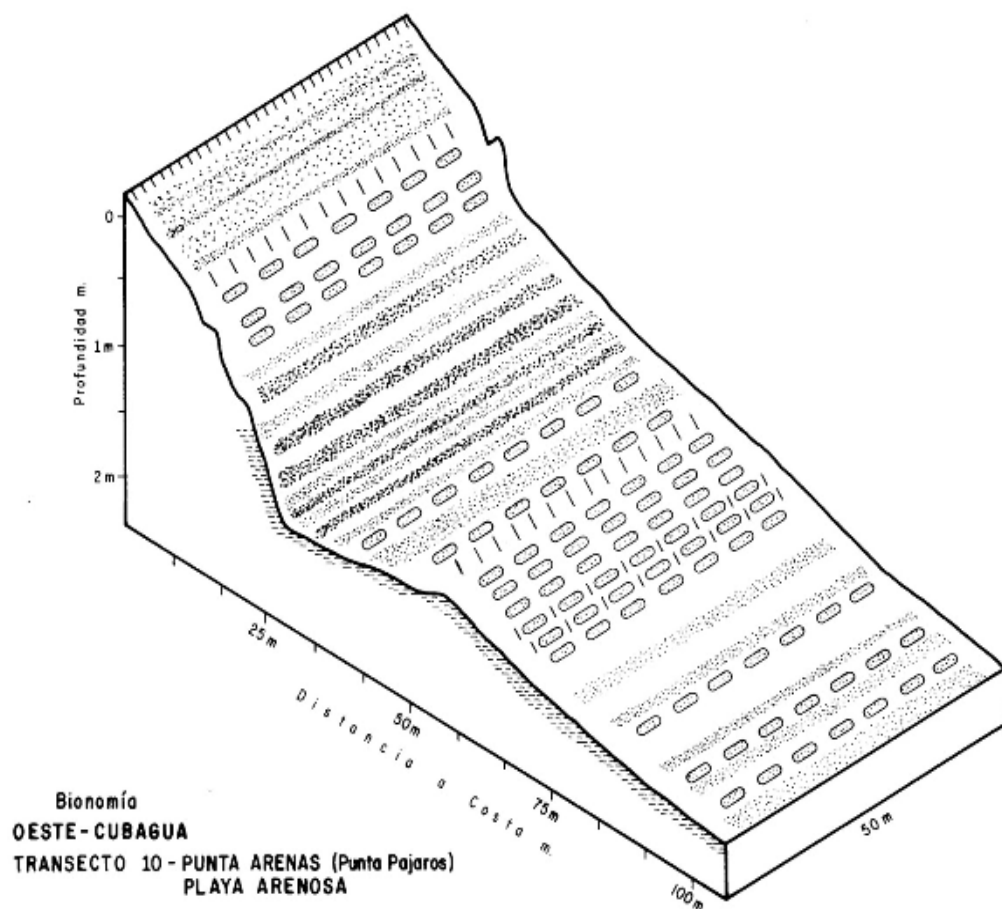


Fig. 14. Bionomía Punta Arenas (Punta Pájaros), costa este de isla Cubagua, Venezuela.

25 m (profundidad 2 m): la profundidad es mayor que a los 75 y 100 m de la costa porque a 15- 20 m de la punta arenosa, se presenta una caleta con profundidad de 1,8 m, donde predomina arena gruesa y conchilla de moluscos. A continuación, el fondo sube abruptamente a menos de 1 m y el sustrato es fango arenoso.

50 - 75 m (profundidad 1,5 m): sustrato de arena fina, media y gruesa, recubierto por grandes cantidades de clorófitas ulváceas forman una masa, con espesor que supera los 20 cm; en el "limo" abundan

Punta Arenas tiene hacia el oeste una prolongación de 300 m de extensión a partir de la playa, es una punta formada los últimos 20 años, los pescadores la denominan Punta Los Pájaros, porque siempre tiene asoleándose muchas "cotúas" *Phalacrocorax olivaceus* y "alcatraces" *Pelecanus occidentalis*. En el mediolitoral el sustrato tiene arena media, fina y gruesa. A 5-7 m de la playa existen escasos rodales de la fanerógama *Diplanthera wrightii* y gran acumulación de clorófitas ulváceas *Ulva* y *Enteromorpha*, conocidas con el nombre común de "limo".

las “jaibas” *Callinectes ornatus* y camarones *Farfantepenaeus brasiliensis*. Se observaron rodales de *Diplanthera* cubiertos por el “limo”. En la arena fina son comunes los anélidos poliquetos *Eurithoe complanata*, *Diopatra cuprea* y de los géneros *Nephtys* y *Myxicola*. También se encuentran moluscos Scaphopoda y cefalocordados *Branchiostoma caribaeum*.

100 m (profundidad 1,8 m): sustrato con arena fina y arcilla. Abundan los erizos aplanados, llamados “lochas de mar” de la especie *Encope michelini*, así como valvas de pepitona *A. zebra*. Abunda el “limo” en suspensión de clorófitas *Ulva* y *Enteromorpha*, pero en menor cantidad que a los 50 m. Se colectaron 58 peces de seis especies, las comunes fueron *Eucinostomus argenteus*, *Trachinotus goodei*, *T. carolinus* y *Mugil curema*. La Fig. 14 muestra la bionomía del transecto.

PUNTA CARDON - Localización: 10° 48' 176''N - 64° 12' 928''W (Fig.1 Estación 9).

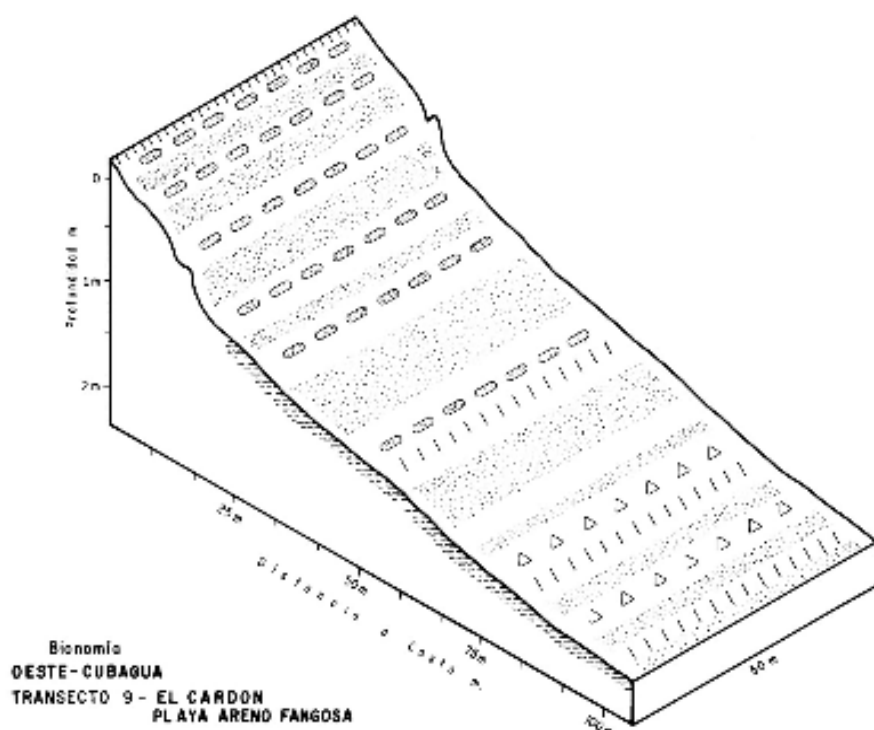


Fig. 15. Bionomía Punta El Cardon, costa este de la isla Cubagua, Venezuela.

La playa es arenofangosa, con arena de grano fino y muy fino. Estaban presentes masas densas de *Ulva* y *Enteromorpha* en descomposición, con abundantes anfípodos gammaridos. En el supralitoral es frecuente el cangrejo “capuco” *Ocypode quadrata*. En dirección norte del mediolitoral están rocas, con abundantes moluscos gasterópodos *S. pectinata*, *L. ziczac* y *N. peloronta*.

25 m (profundidad 0,7 m): sustrato de arena fina, donde son comunes moluscos pelecípodos *Tellina* y crustáceos *Minyocerus angustus*. Sobre la arena se observaron estrellas de mar de nueve brazos *Luidia senegalensis*; abunda el “limo” de clorófitas ulváceas que flotan en el agua.

50 – 75 m (profundidad 1,5 m): sustrato de arena fina y muy fina. Hay rodales de fanerógama *D. wrightii*. Abunda el “limo” de *Ulva*, donde viven “jaibas” *Callinectes ornatus* y camarones *Farfantepenaeus brasiliensis*.

100 m (profundidad 2 m): sustrato de arena fina y arcilla. Están presentes numerosas plantas de *Diplanthera*, poco extensas. Se capturaron 222 peces de 23 especies, las comunes fueron *Orthopristis ruber*, *Mugil curema*, *Eucinostomus argenteus*, *Nicholsina usta*, *Anchoa hepsetus*, *Hyporhamphus unifasciatus*, *Umbrina coroides*, *Pomadasys corvinaeformis* y *Archosargus rhomboidalis*. Todas ellas características de fondos blandos y praderas de fanerógamas. La Fig. 15 muestra la bionomía del transecto.

PLAYA EL CAUTARO SUR - Localización: 10° 48' 417''N - 64° 13' 094''W (Fig.1. Estación 1)

Playa con arena fina, media y gruesa. Donde viven numerosos crustáceos, es frecuente el isópodo llamado “guamito” de la especie *Emerita brasiliensis*; también hay muchos anfípodos gammaridos, predominan los *Talorchestia*. A lo largo de la playa, la mar ha arrojado algas clorofíceas ulvales, son llamados “limos” de los géneros *Ulva* y *Enteromorpha*.

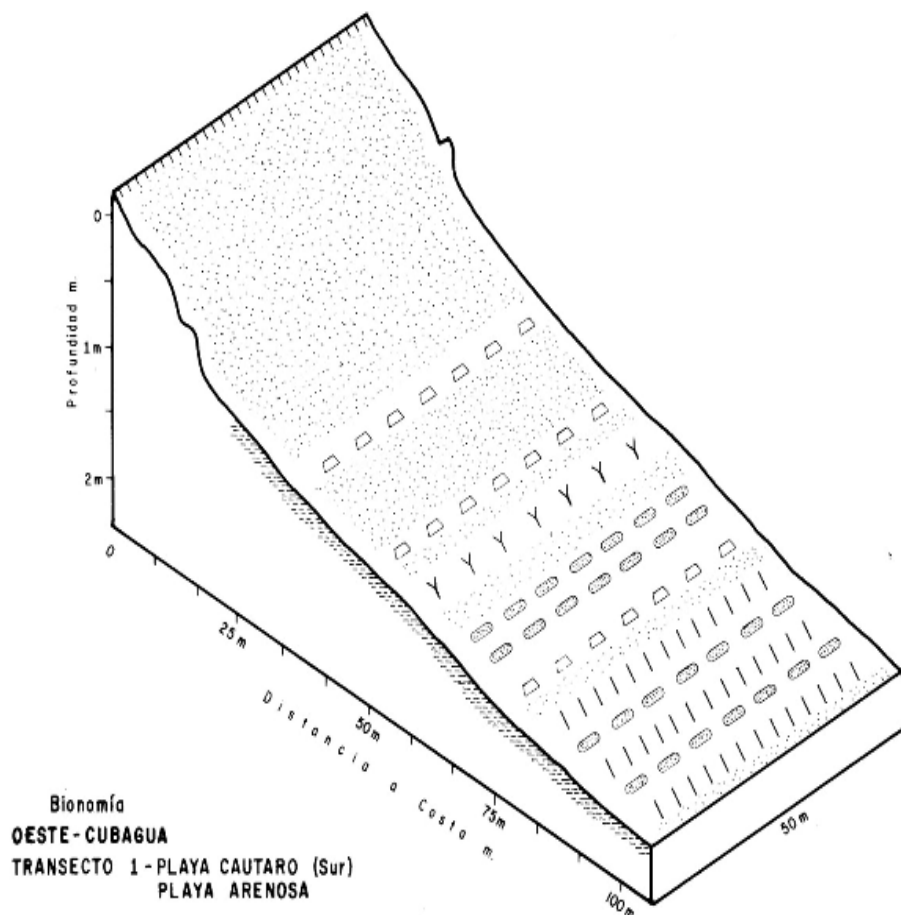


Fig. 16. Bionomía playa El Cautaro, costa este de isla Cubagua, Venezuela.

50 - 75m (profundidad 2 m): sustrato con arena muy fina y arcilla, donde son comunes gasterópodos y pecicípodos microscópicos. Hay rodales escasos de *Diplanthera wrightii*. Sobre el sustrato son comunes las madrigueras o refugios del camarón fantasma *Neocallichirus cacahuatense*, las cuales sobre la arena tienen la forma de un cono truncado.

100 m (profundidad 2,5 m): sustrato de arena muy fina y arcilla, con moluscos gasterópodos *Persicula pulcherrima*; abundan los micromoluscos y varias especies de poliquetos, las comunes son *Diopatra cuprea*, *Armandia maculata* y del género *Myxicola*. Se presentan rodales dispersos de *D. wrightii*; además, flotando sobre el sustrato, son comunes algas rojas *Laurencia* y las clorófitas *Enteromorpha* y *Ulva*. Son comunes madrigueras del camarón *N. cacahuatense*. La Fig. 16 muestra la bionomía del transecto y la granulometría en la TABLA 9.

Playa Cautaro es apta para el turismo por el sustrato arenoso y escaso oleaje. Los pescadores la utilizan para acampar, lo que llaman “arrancharse” por la protección que brinda de los fuertes vientos del este. Generalmente, en horas diurnas la ocupan pescadores del Estado Sucre, que durante la noche pescan empleando redes de argolla denominadas “máquinas” ó “trenes de argolla” y con luz artificial (bombillos ó lámparas) cuya energía suministran plantas eléctricas portátiles. Se colectaron 225 peces de cinco especies, las mas abundantes fueron *Mugil curema*, *Anchoa* sp., e *Hyporhamphus unifasciatus*.

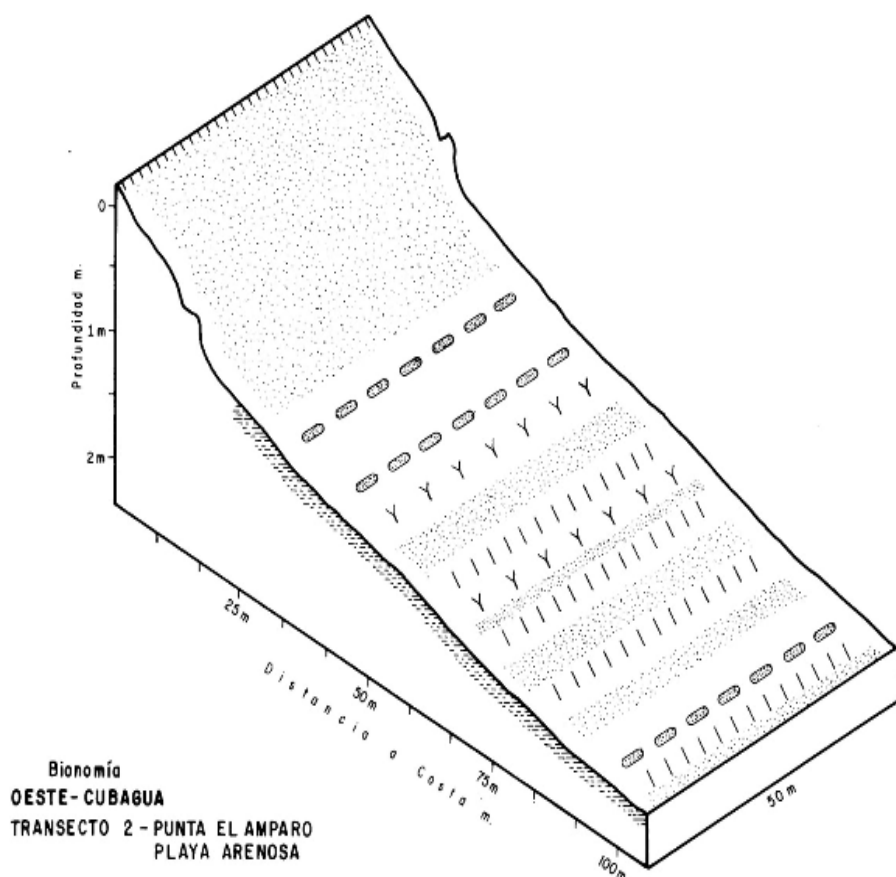
.PUNTA EL AMPARO - Localización: 10° 48' 609"N - 64° 13' 144"W (Fig.1. Estación 2).

La playa El Amparo es amplia, tiene anchura de 20 m excepto frente a las rancherías de pescadores donde alcanza hasta 50-60 m. Predomina la arena, de fina a gruesa, donde abundan “guamitos” isópodos *Emerita brasiliensis*. En el supralitoral es común el “capuco” *Ocypode quadrata*; y abunda la planta halófila

Al extremo sur de la playa, en el mediolitoral hay rocas aisladas, con gran cantidad de gasterópodos *Littorina ziczac* que predomina, mientras que *L. interrupta* es escasa. También, tienen moluscos polioplacóforos (con ocho placas calcáreas) denominados “lapas” *Acanthopleura granulata*; estos moluscos raspan las rocas desprendiendo algas microscópicas, para alimentarse. Otros gasterópodos comunes son *Siphonaria pectinata* y *Purpura patula*. Por debajo de las rocas se adhieren pecicípodos, dominando los “mejillones criollos” *Perna perna*.

25 m (profundidad 1 m): sustrato de arena fina y media, donde abundan los micromoluscos pecicípodos de la especie *Olivella minuta*, además de juveniles de “guacuco” *Tivela mactroides*.

Fracciones %	0 metros	50 metros	100 metros
Grava (G).	3,13	4,38	0,05
Arena muy gruesa (AMG)	11,81	5,09	0,00
Arena Gruesa (AG)	23,69	4,26	1,29
Arena media (AM)	24,11	6,05	1,33
Arena Fina (AF)	30,75	15,61	10,12
Arena muy Fina (AMF)	5,01	32,18	63,43
Limo-Arcilla.	1,49	32,43	23,78



Sesuvium portulacastrum llamada “vidrio”. Hay promontorios de arena compacta con altura hasta de 3 m. La playa tiene gran cantidad de “limo” que la mar deposita en la costa, predominan algas *Enteromorpha* y *Ulva*; también las algas rojas, *Laurencia*.

25 m (profundidad 1,5 m): sustrato arenoso pero compacto, la arena se extrae con gran esfuerzo, predomina arena muy fina y el limo, donde abundan gasterópodos microscópicos. Dentro del sustrato a pocos cm de profundidad hay rocas que fueron recubiertas por la arena, que se endurece.

100 m (profundidad 2,5 m): sustrato de arena muy fina y arcilla, del cual se extrajeron anfípodos *Gammarus*; anélidos poliquetos y moluscos *Persicula pulcherrima*, *Tellina probina* y *Pandora arenosa*. También un escafópodo *Dentalium*. Las madrigueras de *N. cacahuate*, son comunes. Se capturaron 227 peces de nueve especies, fueron frecuentes *Eucinostomus gula*, *Anchoa* spp. y *Bairdiella sanctaeluciae*. La Fig. 17 muestra la bionomía del transecto.

El supralitoral es rocoso, con acantilado de unos 3 m de altura, sobre el cual es frecuente observar asoleándose grandes iguanas, que tienen longitud superior a 1 m, viven en madrigueras abiertas entre las rocas. El mediolitoral y el infralitoral son arenosos, con arena gruesa y media.

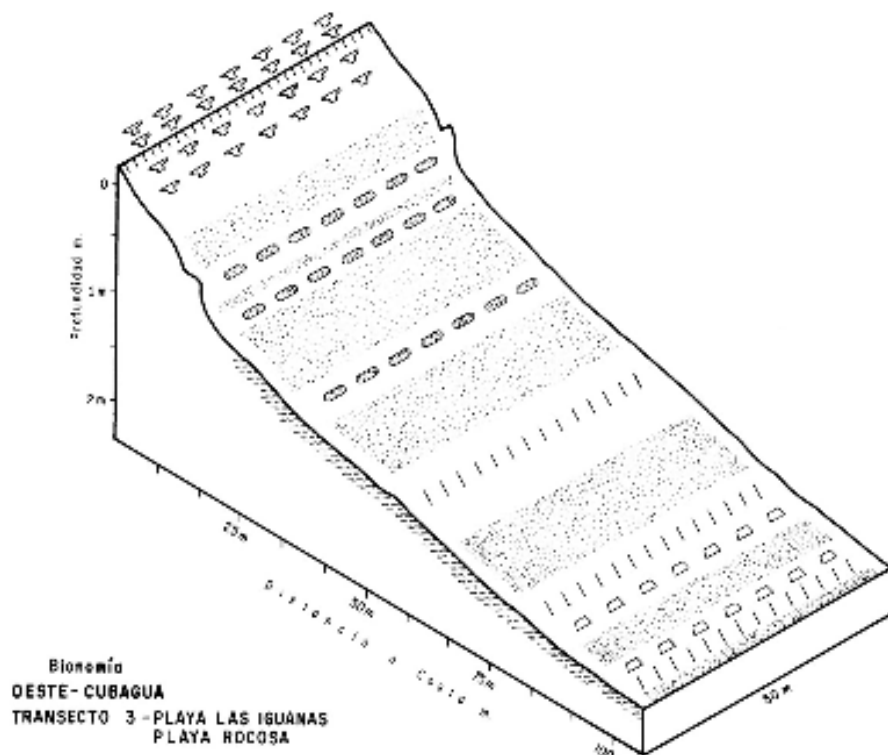


Fig. 18. Bionomía playa Las Iguanas, costa este de isla Cubagua, Venezuela.

La playa tiene numerosas rocas de margas fosilíferas. Sobre las mismas, abundan los moluscos litorínidos *L. ziczac*; así como el gasterópodo pulmonado *Siphonaria pectinata*. A los lados o por debajo de las rocas, es frecuente el mejillón “criollo” *P. perna*. En algunas áreas desprovistas de rocas, predomina la arena gruesa, donde es común el pelecípodo conocido como “chipichipi” *Donax denticulatus*; así como isópodos “guamitos” *Emerita brasiliensis*.

25m (profundidad 1 m): sustrato con arena fina a gruesa, en la cual son comunes moluscos microscópicos. A los 3 m de la playa, la arena es

muy gruesa, en donde abundan moluscos escafópodos *Cadulus*. Hay rocas medianas hasta de 1 m; bajo las cuales viven los sipuncúlidos *Phascolosoma perlucens*. Algunas rocas fragmentadas tienen fósiles de pelecípodos.

50 m (profundidad 1,5 m): sustrato arenoso de arena muy fina y limo-arcilla, donde son comunes anélidos poliquetos y anfípodos. Sobre el sustrato dominan los grandes tubos de poliquetos con longitud de hasta 40 cm y también abundan conchas vacías de color rosado de pelecípodos *Tellina*. Asimismo, son comunes jaibas *Portunus spinimanus*, *Callinectes ornatus*, *Arenaeus cribarius* y camarones *F. brasiliensis*, estos crustáceos se encuentran entre el “limo” de *Enteromorpha* y *Ulva*, que forman masas flotantes.

75 - 100 (profundidad 2 m): sustrato con arena muy fina y limo arcilloso, por lo cual el fondo es fangoso y de coloración gris oscuro o negruzca, en el mismo abundan anfípodos gammaridos, anélidos poliquetos y moluscos escafópodos *Dentalium*. Están presentes rodales de *D. wrightii* y algas rojas *Laurencia*, poco abundantes. Eran comunes madrigueras del camarón fantasma *N. cacahuete*; y conchas vacías de *Tellina*. Se colectaron 377 peces de 19 especies, fueron frecuentes *Mugil curema*, *Pomadasys corvinaeformis*, *Eucinostomus argenteus*, *Harengula clupeola* y *Umbrina coroides*. La Fig. 18 muestra la bionomía del transecto y en TABLA 10 la granulometría.

TABLA 10. Granulometría de playa Las Iguanas, costa este de isla Cubagua, Venezuela.

Fracciones %	0 metros	50 metros	100 metros
Grava (G).	7,78	1,17	0,02
Arena muy gruesa (AMG)	29,45	2,45	0,08
Arena Gruesa (AG)	22,33	2,35	0,11
Arena media (AM)	16,82	2,41	0,35
Arena Fina (AF)	18,24	10,27	3,73
Arena muy Fina (AMF)	3,78	39,69	48,04
Limo-Arcilla.	1,61	41,66	47,67

PUNTA LA HORCA - Localización: 10° 49' 006"N - 64° 13' 474"W (Fig.1. Estación 4).

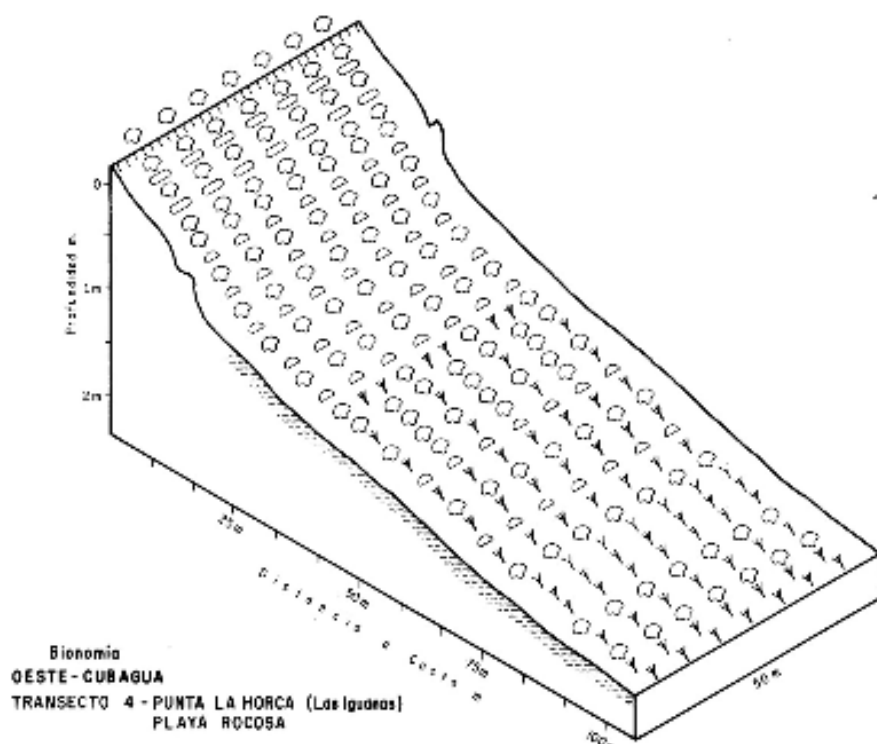


Fig. 19. Bionomía Punta La Horca, costa este de isla Cubagua, Venezuela.

Está situada en el extremo noroeste de Cubagua (Fig. 1). El agua tiene color blanquecino y la visibilidad es escasa por sedimento en suspensión, como consecuencia de la convergencia de corrientes marinas de distinta dirección. Así, al norte de la Punta se percibe una fuerte corriente proveniente del noreste y la coloración del agua es verde oscuro, mientras que al sur de la punta la corriente proviene del suroeste de Cubagua y transporta gran cantidad de arena fina, por lo cual el agua es poco transparente.

La costa es predominantemente rocosa, en el supralitoral abundan rocas grandes, mientras que en el

mediolitoral y sublitoral son medianas a grandes. En general se encontraban recubiertas de clorófitas ulváceas “limo” en descomposición. En la playa, las rocas tienen tamaño mediano, no superan los 50 cm de longitud. A ellas se adhiere una gran cantidad de algas epifitas, predominando *Ulva* y *Enteromorpha*. Es notable la abundancia de cangrejos *Grapsus grapsus* llamadas “carañas”; también son comunes cangrejos ermitaños que ocupan las conchas vacías de gasterópodos, por lo cual los pescadores los llaman “conchajena” la especie mas frecuente es *Clibanarius antillensis*, que habita en conchas de gasterópodos *Nerita*. En las rocas viven gran cantidad de moluscos, las especies mas abundantes son *Nerita tesellata*, *N. versicolor*, *S. pectinata*, *P. patula*, *N. laevigata*, *Collumbella mercatoria*, *Cerithium eburneum*, *Planaxis nucleus* y algunas del género *Littorina*. Por encima de las rocas es común la “lapa” *A. granulata*. Los crustáceos también son comunes entre las rocas, principalmente *Mithrax forceps*, *Eriphia gonagra*, *Petrolisthes galathinus*, *Pachycheles serratus* y el camarón carideo *Synalpheus townsendii*. Debajo de las rocas hay erizos negros *Arbacia punctulata*. Entre roca y roca existe arena, y en ella abundan isópodos *Emerita* y moluscos gasterópodos *Marginella*.

25 m (profundidad 1,5 m): Hay numerosas rocas medianas con longitud hasta de 1 m, algunas independientes y otras unidas por la arena consolidada, a las cuales se adhieren algas rodófitas y clorófitas. En el sustrato que rodea a las rocas predomina la arena muy fina y la arcilla, por lo cual el fondo es fangoso. En las rocas hay crustáceos *M. forceps* y *Megalobrachium poeyi*; así como varias especies de cirripedios. También abundan los moluscos *A. zebra*, *P. imbricata*, *Pteria colymbus*, *Barbatia tenera*, *Modiolus americanus*, *M. carchedonius* y “mejilloncitos” *Brachidontes* (Fig. 19).

50 m (profundidad 2 m): Se observaron gran cantidad de piedras de tamaño mediano a grandes rocas, muchas estan enterradas porque fueron cubiertas por la arena muy fina y la arcilla, por lo cual el sustrato alrededor de las rocas es fango semiconsolidado, donde viven moluscos y crustáceos minúsculos, como el gasterópodo *Simnia uniplicata*, y el cangrejito *Pinnixa sayana* (ahora en género *Rathbunixa*). En las rocas de tamaño mediano, con longitud de unos 50 cm, conviven mas de 50 especies, se encuentran representantes de algas verdes, pardas y rojas; esponjas; anélidos poliquetos; sipuncúlidos; equinodermos;

moluscos; crustáceos y tunicados. Se identificaron 17 especies de decápodos, fueron comunes *Pagurus stimpsoni*, *Heteractea ceratopus*, *Pilumnus dasypodus*, *Mithrax forceps* y *Panopeus herbstii*. Abundan los anfipodos gammarideos, isópodos y cirripedios. Las especies comunes de moluscos son *Columbella mercatoria*, *Arca zebra*, *Modiolus carchedonius*, *Pinctada imbricata* y *Pteria colymbus*; los polioplacóforos *Ischnochiton striolatus* y *Chiton marmoratus*. En los sipuncúlidos es frecuente *Phascolosoma perlucens*, *Antillesoma antillarum* y *Themiste alutacea*. En los poliquetos son comunes *Timarete tentaculata*, *Pectinaria gouldii*, *Halosydna leucohiba*, *Magelomma heterops*, *Eunice cariboea* y los géneros *Onuphis* y *Myxicola*, entre otras. Los equinodermos están representados por numerosos ofiuroideos predominan los géneros *Ophiocoma*, *Ophiolepis*, *Amphiura* y *Ophiotrix*; son comunes los erizos *L. variegatus*, *E. lucunter* y *A. punctulata*; la estrella de mar mas abundante fue *Pentamera pulcherrima*, que tiene siete brazos y vive sobre el sustrato arenofangoso alrededor de las rocas. También se observaron ejemplares de “ramales” (octocorales) con densidad menor a 1/m², los del género *Eunicea* son más comunes que los *Pseudopterogorgia*, éstos tienen menos epífitos que los ramales presentes a 100 m de la costa.

75 m (profundidad 2 m): sustrato rocoso, muchas rocas están cubiertas por arena muy fina y arcilla. Alrededor de las rocas, son muy abundantes las algas *Laurencia*. Asociado a las rocas es común el gasterópodo *Crecibulum aurícula*; también se encuentran especies de *Trachicardium*, *Turritella* y *Lithophaga*. El crustáceo más común es *Mithrax forceps*. Los “ramales” antes mencionados forman una densa pradera muy localizada con extensión de 50 m. Luego, lateralmente hay una franja arenosa que se continúa hasta la playa Las Iguanas.

100 m (profundidad 2,5 m): sustrato con rocas enterradas que fueron recubiertas por arena muy fina y arcilla, en consecuencia el fondo está consolidado. Son abundantes los “ramales” *Pseudopterogorgia* (densidad de 2-3 /m²) que alcanzan altura hasta de 1 m, tienen numerosos moluscos pelecípodos adheridos a las ramas, predominando *Pinctada imbricata*, *Arca zebra* y *Pteria colymbus*. También son comunes octocorales *Eunicea*, los cuales carecen de epífitos sobre las ramas, lo cual es atípico e interesante. El conglomerado que forman los “ramales” es muy denso y se extiende hasta 50 m de la costa, se observaron numerosos peces, entre los cuales abundan las “viejitas” *Paralabrax dewegeri*, los “loros” *Scarus* y *Sparisoma*, así como los “pargo gallo” *Lachnolaimus maximus*. La notable abundancia de gorgonáceos se continúa hacia el este, hasta unos 150 m antes de la playa El Sombrero. Se colectaron 23 peces de cinco especies, las más abundantes fueron *Umbrina coroides* y *Eucinostomus argenteus*. La Fig. 19 muestra la bionomía del transecto.

La observación preliminar hasta el siguiente transecto (distante 500 m) fue realizada buceando (halado por una cuerda desde la embarcación en movimiento) y permitió ver corales pétreos, por primera vez en la costa oeste de Cubagua, las “múcuras” tenían diámetro de casi 2 m. También se observaron numerosas “lajas” que son salientes rocosos continuos que forman una especie de cueva ó semicueva con altura hasta de 40 cm, la cual es lugar de refugio para gran cantidad de peces.

PLAYA LA PEDREGOSA - Localización: 10° 49' 230"N - 64° 13' 324"W (Fig.1 Estación 5).

Playa con numerosos cantos rodados, restos de corales madreporicos y conchas de moluscos depositados por la mar. También existen áreas con arena media a gruesa, dentro de la cual se encuentra el “guamito” *Emerita brasiliensis* y moluscos gasterópodos *Polinices lacteus*. Es notable la presencia de octocorales (“ramales”) varados en la costa, que generalmente proceden del arrastre de los artes de pesca llamados “trenes” y/o “mandingas”.

25 m (profundidad 0,75 m): el sustrato es de arena media y fina. Sobre el mismo se depositan grandes cantidades de macroalgas, la clorófita *Ulva* y algas rojas *Laurencia*. Entre el “limo” son comunes “jaibas” *Callinectes ornatus* y cangrejos *Epialtus brasiliensis*. Desde la playa y hasta 25 m de la costa, las olas rompen con violencia por el paso de ferries de alta velocidad.

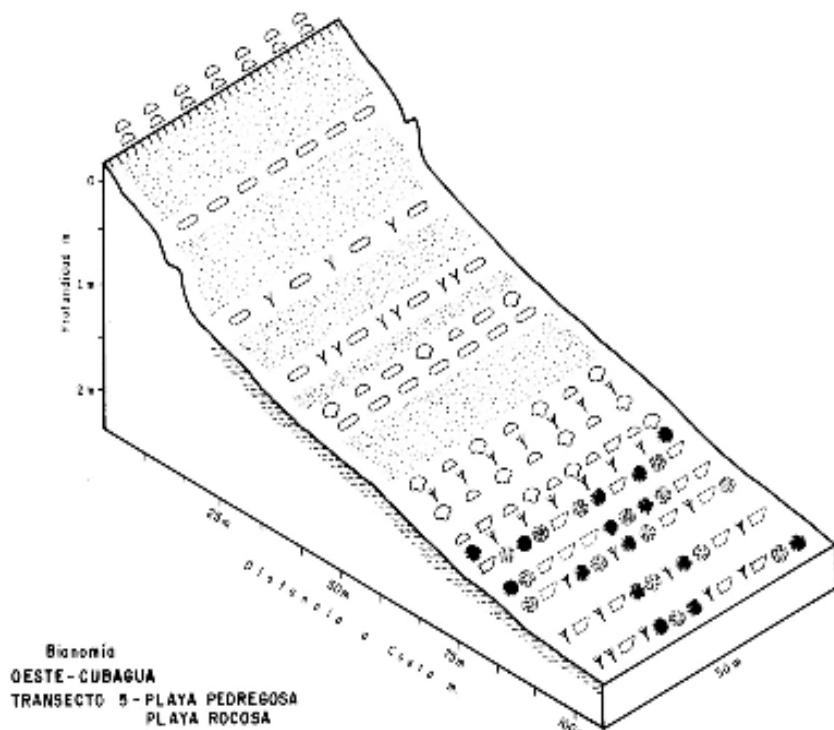


Fig. 20. Bionomía playa La Pedregosa, costa este de isla Cubagua, Venezuela.

mientras que hasta los 50 m de la costa la corriente va hacia el este, lo cual propicia que gran cantidad de arena se mantenga en suspensión.

75 m (profundidad 2,5 m): el sustrato es rocoso, sobre las rocas son muy abundantes los zoantarios, predominan *Zoanthus caribbaeus* y *Palythoa caribaeorum*; los anélidos poliquetos de *Eunice cariboea*, *Eurithoe complanata*, *Hypsicomus phaeotaenia*, *Spirobranchus giganteus*, *Lisidyce ninneta* y *Mageloma heterops*, entre otras. También son comunes “ciriales” *Millepora alcicornis* y ofiuroideos *Ophioderma appressum*. Además, hay pequeñas “múcuras” *Pseudodiploria strigosa*, y “ramales” *Pseudopterogorgia* recubiertos por clorófitas ulváceas.

100 m (profundidad 3 m): sobre el sustrato rocoso predominan zoantarios de color pardo *P. caribaeorum* y de color verde *Z. caribbaeus*. También se encuentran numerosos crustáceos, *P. galathinus*, *P. monilifer* y *M. forceps*. En las rocas son comunes los pecicípodos perforadores *Lithofhaga aristata*; también abunda la “pepitona” *Arca zebra* y especies de *Chama*. Igualmente fueron colectados peces góbidos *Gobiosoma macrodon*. Bajo las rocas, abundan ofiuroideos, anélidos poliquetos y el erizo negro *A. punctulata*. La Fig. 20 muestra la bionomía del transecto y la granulometría en la TABLA 11.

Son comunes los ramales *Muricea* que alcanzan hasta 1 m de altura. Abundan los “ciriales” *Millepora alcicornis* y las “múcuras” *Pseudodiploria strigosa* de diámetro inferior a 50 cm, excepto una grande de más de 2 m sobre la cual viven, en oquedades, numerosos moluscos pecicípodos o “conchas” de *Lima scabra*, fácilmente reconocibles por el color rojo vivo de las branquias que proyecta fuera de las valvas. También abundan los “ramales” *Pseudopterogorgia*, la mayoría abatidos por el peso de la gran cantidad de moluscos epífitos. Sobre las rocas es notoria la presencia de clorófitas, principalmente *Caulerpa racemosa*, que asemejan pequeños arbolitos. Se colectaron 116 peces de 17 especies, las comunes fueron *Sphoeroides greeleyi*, *Umbrina coroides*, *Eucinostomus argenteus*, *Harengula clupeola*, *Hyporhamphus unifasciatus* y *Nicholsina usta*.

La observación en La Pedregosa se realizó a mediados del mes de mayo, siendo notoria la presencia de gran cantidad de nudibranchios en proceso de reproducción (cópula) que realizan sobre el sustrato durante varias horas, formando agregaciones hasta de 10-12 individuos que se

50 m (profundidad 1,5 m): sustrato de arena fina y arcilla consolidada, consecuencia de las rocas que fueron recubiertas por arena, fue difícil su extracción para la granulometría. En algunas pequeñas rocas aisladas son comunes las clorófitas *Caulerpa sertularioides*, formando racimos pequeños; también se colectaron cangrejos *M. forceps*, *Pachycheles monilifer* y *Domecia acanthophora*; al igual que camaroncitos *Synalpheus minus*.

La visibilidad en el agua es escasa porque según los pescadores, La Pedregosa es una ensenada “encontrada”, es decir que por la parte de afuera (a >100 m de la costa) la corriente tiene la dirección normal hacia el oeste,

adhieren entre sí unos sobre otros, el conjunto tiene forma concéntrica. Casi todas las especies de nudibranquios, son bisexuales.

TABLA 11. Granulometría de playa La Pedregosa, costa este de isla Cubagua, Venezuela.

Fracciones %	0 metros	50 metros	100 metros
Grava (G).	8,74	5,4	1,66
Arena muy gruesa (AMG)	18,97	3,48	4,55
Arena Gruesa (AG)	15,39	2,29	4,01
Arena media (AM)	22,09	1,87	4,52
Arena Fina (AF)	28,22	9,47	21,69
Arena muy Fina (AMF)	1,98	62,40	55,35
Limo-Arcilla.	4,60	15,08	8,22

PLAYA LA BREA - Localización: 10° 49' 293"N - 64° 13' 337"W (Fig.1 Estación 5A).

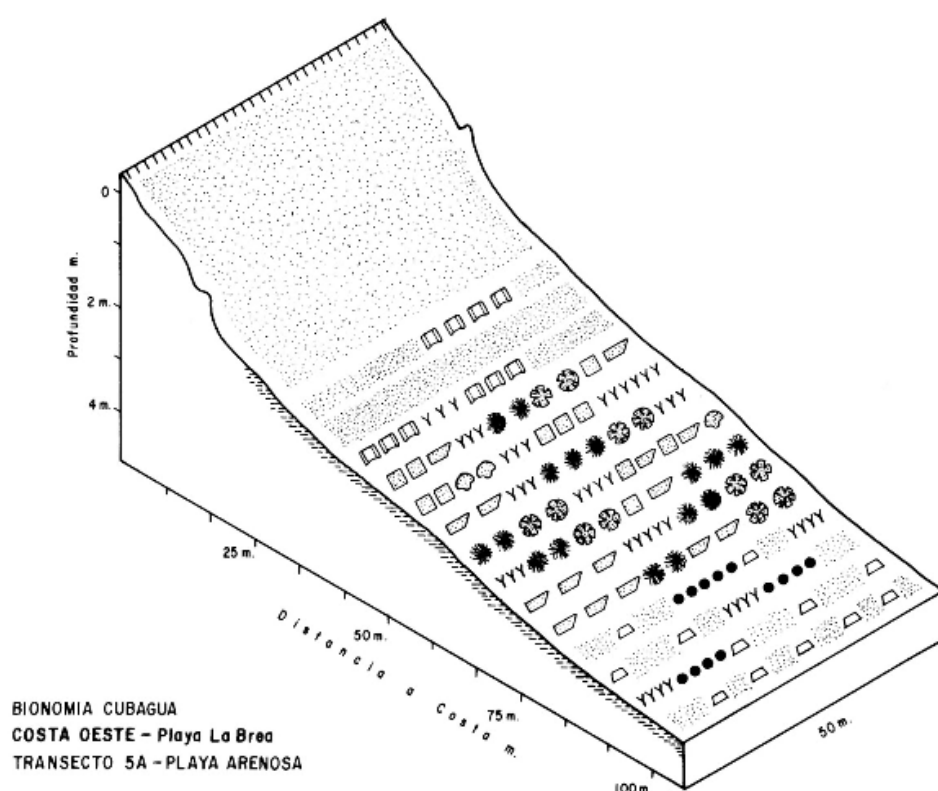


Fig. 21. Bionomía playa La Brea, costa este de isla Cubagua, Venezuela.

tapizadas de zoantarios *Z. caribbaeus*. Abundan los “ramales” *Pseudopterogorgia*; y colonias pequeñas de “ciriales” *M. alcornis*. Las rocas predominan hasta los 40 m, en donde aparece una franja de arena fina que se extiende hasta la playa.

75 m (profundidad 3 m): sustrato con arena media y fina. Se observaron varias lajas, la principal tiene altura de 40 cm, en su interior abundan los peces arrecifales. Las lajas están presentes hasta unos 55 m de la costa; de ellas manan grandes burbujas de gas, por lo cual la superficie del agua es aceitosa e impregna el cabello de los buceadores; el olor a petróleo es penetrante. Sobre las lajas abundan los zoantarios *Z. caribbaeus* y *P. caribaeorum*, cuya coloración en vivo es parda y verde. Son frecuentes colonias de “ciriales” *M. alcornis*, de altura menor a 30 cm. Se observaron (“múcuras”) *Pseudodiploria* aisladas, tienen diámetro inferior a 1m; excepto algunas pocas grandes, que alcanzan hasta 3 m. En las proximidades de lajas y ciriales son frecuentes clorófitas *Caulerpa racemosa* que forman conglomerados; y abundan los “ramales” *Muricea* y *Pseudopterogorgia*.

Playa arenosa de color dorado. Su anchura de unos 20 m predominando arena de grano medio a grueso. En el supralitoral hay un acantilado con altura de 4 m que protege de la brisa directa a la playa, que es bonita y atractiva para el turismo.

25 m (profundidad 1 m): sustrato de arena fina y media. En algunos lugares se observó gran cantidad de “limo” de *Enteromorpha*, en agregaciones flotantes, suspendidas sobre el fondo, y son transportadas a la playa, por las olas.

50 m (profundidad 2 m): sustrato con arena muy fina. Son comunes rocas con longitud hasta de 1,5 m,

100 m (profundidad 4 m): en el sustrato predomina arena fina y muy fina. Hay numerosas cuevas del camarón fantasma *N. cacahuete*; además de madrigueras del pez “traganaví” *Opisthognathus macrognathus*, el cual a la entrada del agujero coloca, a modo de brocal conchas de pelecípodos, quizás para dar mayor consistencia al refugio. Al sur del transecto hay una gran pradera de ramales *Pseudopterogorgia* con pelecípodos epífitos, principalmente *Pteria colymbus* y ostra perla *Pinctada imbricata*. La Fig. 21 muestra la bionomía del transecto.

PLAYA LA CHOLEADORA- Localización: 10° 49' 402"N - 64° 13' 114"W (Fig.1 Estación 6).

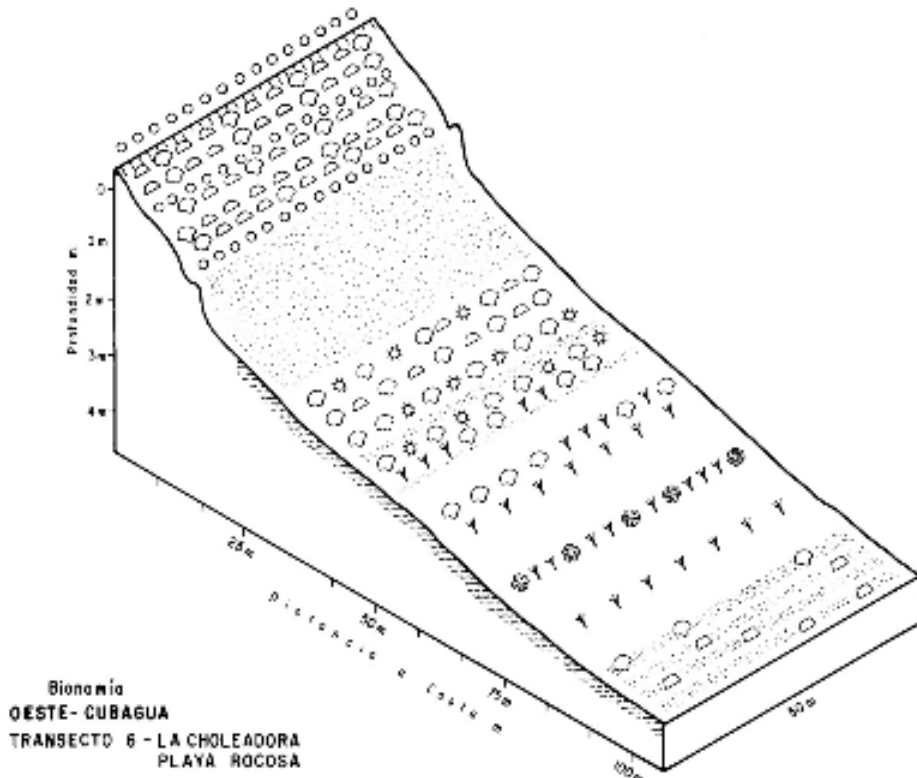


Fig. 22. Bionomía playa La Choleadora, costa este de la isla Cubagua, Venezuela.

nuchipinnis. Los cantos rodados predominan hasta 6-7 m de la costa; a continuación hasta los 20 m, se encuentra franja de arena fina y media, con rocas planas donde viven erizos *L. variegatus*.

25 m (profundidad 1 m): en el sustrato arenoso abundan piedras sueltas recubiertas por arena fina, sobre las cuales hay erizos *L. variegatus*; cangrejos *M. forceps* y tunicados *Phallusia nigra* de coloración negra brillante. Los ramales abundan desde 30 m de la playa; los que están completamente verticales (derechos) son *Eunicea*, mientras que los abatidos son del género *Pseudopterogorgia*.

50 m (profundidad 2 m): abundan las piedras pequeñas sueltas, son comunes cangrejos *M. forceps* y *P. dasypodus*; moluscos *P. colymbus* y equinodermos ofiuroideos. Hay gran número de “ramales” (octocorales) abatidos por el peso de los epífitos, son los moluscos pelecípodos *Pinctada imbricata*, *Pteria colymbus* y *Perna viridis*; y por “ciriales” *Millepora*. Los “ramales” muertos están libres de epífitos. Son frecuentes “lajas” discontinuas de poca altura, en su interior hay rocas aplanadas, donde viven erizos *L. variegatus*; mientras que por debajo de las piedras y sobre los ramales muertos, predominan los erizos negros *A. punctulata* y *E. lucunter*. También se observó múcura *Pseudodiploria clivosa* de 1 m de diámetro cubierta de arena fina.

75 m (profundidad 3 m): sustrato con arena fina consolidada y rocas pequeñas con longitud inferior a 50 cm, en las que viven moluscos *L. aristata* y *Gastrochaena hians*; abundan los poliquetos *Eurithoe*

complanata, *Marphysa sanguinea*, *Arabella mutans*, *Halosydna leucohiba*, *Terebella pterochaeta*, *Branchiomma nigromaculata*, *Armandia maculata*, *Mageloma heterops* y *Eunice rubra*, entre otras. También sobre las rocas viven pequeños pececitos *Elacatinus macrodon* y *Paraclinus marmoratus*. Se observaron “ramales” de *Eunicea*, *Muricea*, *Leptogorgia* y *Pseudopterogorgia*; éste último “ramal” es el predominante. Muchos están abatidos y/o muertos por el peso de los pececitos y de “ciriales” *M. alcornis*, a los cuales sirve de sustrato. Los ramales y las rocas ocupan una franja presente desde los 40 m y hasta 85 m de la costa. Entre los 60 y 75 m se encuentran múcuras *Pseudodiploria clivosa* con diámetro de 70-80 cm. Entre los ramales son comunes los peces lábridos y serránidos; también con frecuencia se observan pulpos *Octopus joubini*, o sus masas ovígeras (“puestas”).

100 m (profundidad 3,5-4 m): sustrato arenoso con predominio de arena muy fina. Se observaron numerosas madrigueras del camarón fantasma *N. cacahuete*. Se capturaron 645 peces pertenecientes a ocho especies, la mas abundante fue *Jenkinsia lamprotaenia*; mientras que *Eucinostomus argenteus*, *Nicholsina usta*, *Haemulon steindachneri* y *Halichoeres bivittatus*, fueron comunes. La Fig. 22 muestra la bionomía del transecto.

LADERA BRASIL - Localización: 10° 49' 558"N - 64 ° 12' 854"W (Fig.1 Estación 7).

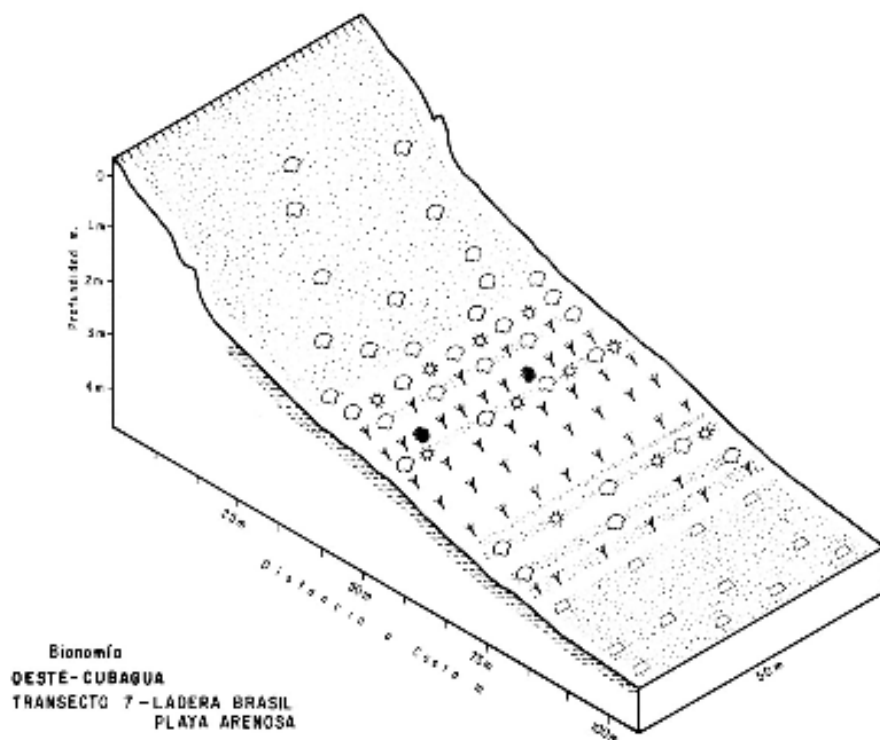


Fig. 23. Bionomía playa Ladera Brasil, costa este de isla Cubagua, Venezuela.

Playa arenosa de coloración dorada, predomina arena de fina a gruesa. En el supralitoral hay acantilados hasta de 2 m, que en algunos sitios se han desplomado y fragmentado en grandes rocas, sobre las cuales es común el cangrejo *Grapsus grapsus*. En el mediolitoral, sobre las rocas medianas son numerosos los moluscos litorínidos *L. ziczac* y “lapas” *A. granulata*. En las superficies laterales de las rocas, son comunes los “mejillones” *P. perna*. También, en la playa abundan rocas pequeñas y cantos rodados, donde viven cangrejos porcelánidos *Petrolisthes galathinus* y camaroncitos *S. minus*. En esta playa, las aguas son tranquilas y las olas rompen suavemente.

25 m (profundidad 1 m): sustrato de arena media y fina, con piedrecillas y conchas de moluscos, la franja arenosa se extiende hasta los 35 m, donde aparecen los “ramales”.

50 m (profundidad 2 m): en el sustrato predomina arena fina y muy fina. Se encuentran “ramales” *Pseudopterogorgia*, con densidad de 2 / m² y alcanzan altura hasta 1,2 m; tienen de 3 a 5 ramas, con moluscos *A. zebra*, *P. colymbus* y “ciriales” *M. alcornis*. También hay “ramales” de *Eunicea*, sus ramas no tienen epífitos. Son comunes los ciriales *M. alcornis* y también *M. complanata*, de escaso desarrollo. Son frecuentes las rocas aplanadas, sobre ellas abundan los erizos *L. variegatus* y bajo las mismas la especie *E. lucunter*; así como los cangrejos *M. forceps* y *P. dasypodus*.

75 m (profundidad 3 m): sobre la arena fina hay “ramales” *Eunicea*, que forman una densa aglomeración de forma cuadrada (6x6 m) de color marrón. También hay rocas aisladas con erizos *L.*

variegatus y hasta siete especies de esponjas. A 55 m de la costa son comunes los ramales *Pseudopterogorgia*, con muchos epifitos.

100 m (profundidad 3,5 m): sustrato de arena muy fina. Son numerosas las madrigueras del camarón *Neocallichirus cacahuete*. Se observaron estrellas de mar *Ophidiaster guildingii*, se distingue por la punta roja brillante en cada brazo. A los 80 m de la costa hay “ramales” *Eunicea*, formando parches poco extensos sobre las áreas arenosas, que son amplias. Por lo cual esta zona es utilizada por los pescadores del Estado Sucre, para el “amarre” de trenes sardineros. Se colectaron 1.295 peces de nueve especies, fueron abundantes *Jenkinsia lamprotaenia*; *Eucinostomus argenteus*, *Umbrina coroides* y el nuevo sciánido *Ophioscion gomezi*. La Fig. 23 muestra la bionomía del transecto y la granulometría en la TABLA 12.

TABLA 12. Granulometría de playa Ladera Brasil, costa este de isla Cubagua, Venezuela. -

Fracciones %	0 metros	50 metros	100 metros
Grava (G).	1,40	1,15	1,35
Arena muy gruesa (AMG)	5,17	2,61	1,07
Arena Gruesa (AG)	12,40	4,73	1,24
Arena media (AM)	18,19	8,26	1,73
Arena Fina (AF)	53,00	33,48	31,4
Arena muy Fina (AMF)	7,84	41,85	54,22
Limo-Arcilla.	2,00	7,92	8,94

PUNTA BRASIL - Localización: 10° 49’ 820’’ N - 64° 12’ 646’’ W (Fig.1 Estación 8).

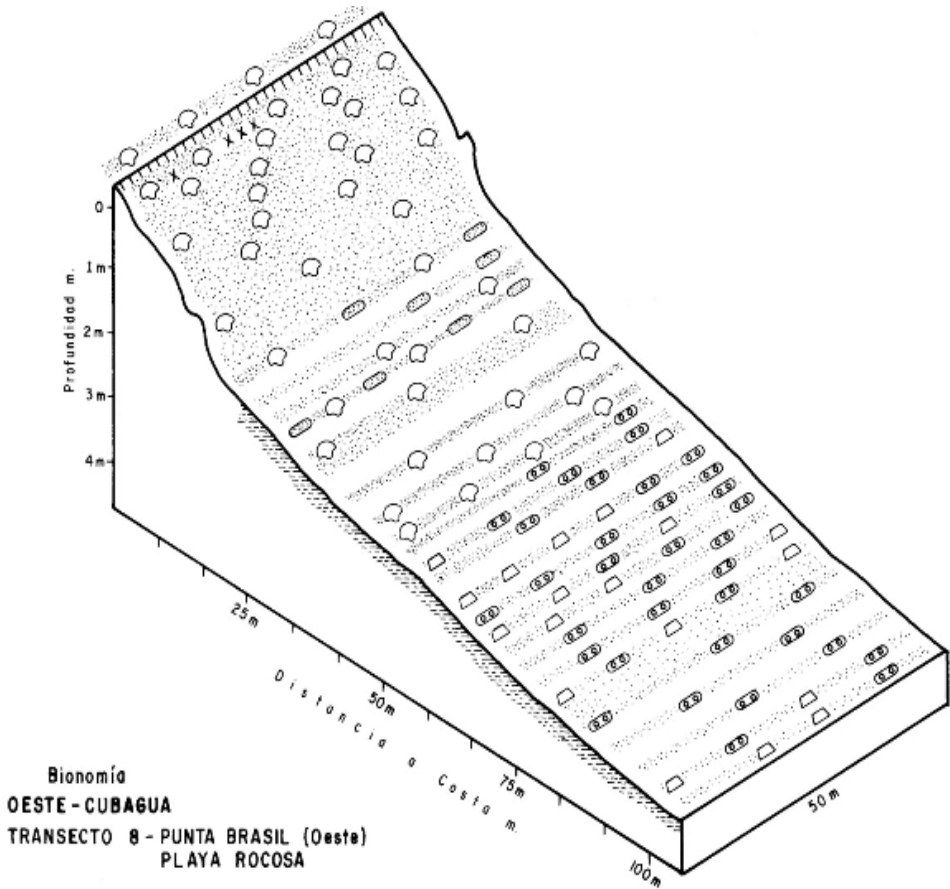


Fig. 24. Bionomía Punta Brasil, costa este de la isla Cubagua, Venezuela.

La Estación se estudió a unos 25 m al sur del faro El Brasil, localizado exactamente sobre la Punta de La Palanqueta. En la playa abundan rocas desprendidas del acantilado, cuya altura alcanza 2,5 m. En la zona de rompiente de olas, hay pequeñas áreas con grava y arena gruesa, además de cantos rodados. Es notoria la abundancia de láminas de clorófita *Ulva* adheridas a las rocas pequeñas, entre las cuales se observó la fanerógama *Thalassia testudinum* que forma pequeño rodal de 1 m de largo por 0,5 m de ancho. Sobre algunas rocas son comunes las algas verdes, pardas y rojas; así como los gasterópodos *L. ziczac*,

L.interrupta, especies de *Nerita* y el polioplacóforo *A. granulata*. Por debajo de los cantos rodados abundan los anfípodos *Leucothoe spinicarpa*.

25 m (profundidad 1 m): el sustrato es rocoso hasta unos 40 m de la playa. Las rocas provienen del acantilado de la costa; muchas rocas medianas y pequeñas están cubiertas por arena media y gruesa. Bajo las no recubiertas, son abundantes los crustáceos decápodos *M. forceps*, *P. herbstii*, *Cataleptodius floridanus* y *P. dasypodus*; son comunes los sipuncúlidos, *Themiste alutacea*, *Phascolosoma perlucens*, *Antillesoma antillarum* y *Aspidosiphon fischeri*. También están presentes tunicados; anélidos poliquetos, erizos *A. punctulata* y el pez *Parablennius marmoreus*.

50 m (profundidad 1,5 m): el sustrato es arenoso, de grano fino a medio. Es de notar presencia de muchos parches irregulares de longitud inferior a 25 cm y de color negro intenso, debido al crecimiento de cianobacterias *Microcoleus*. La arena tiene coloración gris claro que cambia a negro, a pocos cm de profundidad. La muestra extraída tenía fuerte olor a ácido sulfídrico, lo que indica condiciones anóxicas y explica la abundancia de las cianófitas.

75 m (profundidad 2 m): sustrato de arena fina, sobre el cual son más numerosos los parches de la cianobacteria *Microcoleus*.

100 m (profundidad 3,5 m): sobre el sustrato arenoso, se observan manchas grandes de cianobacterias, pero es mayor el número de madrigueras del camarón fantasma *Neocallichirus cacahuatate*. Se colectaron 132 peces de diez especies, las abundantes fueron *Eucinostomus argenteus*, *Haemulon steindachneri*, *Umbrina coroides*, *Sphoeroides greeleyi* y *Nicholsina usta*. La Fig. 24 muestra la bionomía del transecto y la granulometría en la TABLA 13.

TABLA 13. Granulometría de Punta Brasil, costa este de isla Cubagua, Venezuela.

Fracciones %	0 metros	50 metros	100 metros
Grava (G).	43,27	22,13	7,60
Arena muy gruesa (AMG)	18,41	29,21	16,85
Arena Gruesa (AG)	14,05	26,28	14,76
Arena media (AM)	16,46	14,23	11,50
Arena Fina (AF)	6,58	4,13	32,37
Arena muy Fina (AMF)	0,13	2,30	14,71
Limo-Arcilla.	1,10	1,71	2,22

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Antes de la discusión del trabajo sobre las características bionómicas del margen litoral de Cubagua. Es necesaria una perspectiva de análisis amplia, de modo que el trabajo realizado pueda ser más provechoso en el contexto de una comprensión general de las características ecológicas de las costas de Venezuela, y del sur del Caribe. Por lo cual estimamos conveniente hacer comparación entre la isla de Cubagua y un área insular oceánica, relativamente próxima como el Archipiélago de Los Roques.

1.- Comparación con un área oceánica

El hecho de que Cubagua se encuentra situada en el centro del área de surgencia de la región nororiental del país, con aguas menos cálidas que las de áreas insulares oceánicas, y con fluctuaciones de la temperatura mas acusadas entre las estaciones seca y lluviosa (entre 21°C en marzo y > 28,5°C en octubre como término medio). A este fenómeno hay que añadir la influencia de aguas dulces procedentes del río Orinoco, cuyo efecto se deja sentir a partir de julio - agosto y hasta noviembre, causando las bajas salinidades superficiales, hasta de 22,5 que se han detectado en Nueva Esparta. Ambas influencias: la surgencia costera

y el río Orinoco, ocasionan que alrededor de Cubagua exista una mayor abundancia de fito y zooplancton, es decir una elevada producción primaria y secundaria, que en las aguas con características oceánicas como las que rodean al Archipiélago de Los Roques, aunque debe mencionarse que desde mediados del año 2005 estas condiciones ya no son tan claras.

Estas características de las aguas de surgencia influyen en la composición de las comunidades vegetales y animales, tanto en su abundancia relativa como en la presencia o ausencia de algunas de ellas, cuando se las compara con las que se encuentran en áreas oceánicas. Estas diferencias requieren la toma de conciencia de que estas áreas ecológicas que presentan características tan distintas, sean tratadas tomando en consideración esas características, y también, tanto desde el punto de vista de la biodiversidad y la conservación, como del manejo en relación al aprovechamiento de sus recursos renovables.

Una primera diferencia, sumamente ilustrativa, la encontramos en la diversidad y la abundancia de los corales hermatípicos: en Los Roques se registran 60 especies de corales pétreos que forman dos grandes barreras arrecifales, al este y sur del Archipiélago, las cuales se extienden hasta los 50 m de profundidad. En Cubagua, como gran contraste, solamente se han identificado 22 especies que no forman arrecifes, están distribuidos en colonias o formaciones aisladas, más o menos próximas entre sí, y solamente se extienden hasta unos 15-20 m de profundidad. En Los Roques, entre las especies que viven en aguas superficiales es muy abundante el “cacho e venao” *Acropora cervicornis*, la cual es muy rara en Cubagua, ó casi inexistente, sólo quedan algunas pocas en la vertiente norte, la mayoría de ellas muertas. En Cubagua dominan las colonias de la especie *Pseudodiploria strigosa* algunas con diámetro de hasta 4 m ó mas; de *Porites porites* y de *Colpophyllia natans*. Como contraste, al sureste de Cubagua existen extensas formaciones de hidrozoarios del género *Millepora*, con inmensas colonias de *M. complanata* y *M. alcicornis*, que no se observan en Los Roques.

En ambas áreas es especialmente ilustrativa la comparación de las comunidades de moluscos. En Cubagua, zona fértil, con gran abundancia de fitoplancton durante todo el año, son sumamente abundantes los moluscos bivalvos filtradores que forman densas y extensas comunidades, como los placeres de concha perla *Pinctada imbricata*, y de pepitona *Arca zebra*, ambas especies prácticamente inexistentes en Los Roques. Por esta abundancia de bivalvos proliferan sus depredadores, entre otros, *Chicoreus brevifrons*, *Murex pomum* y *Fasciolaria tulipa*; formando en conjunto grandes agregaciones de moluscos pelecípodos filtradores y moluscos gasterópodos depredadores. El bivalvo *Pteria colymbus*, filtrador muy abundante en Cubagua donde se encuentra en densas agrupaciones como epifitos sobre los “ramales” o corales blandos (octocorales gorgonáceos) del género *Pseudopterogorgia*, principalmente en la vertiente occidental; es en Los Roques una especie muy escasa, pero en cambio, abundan los moluscos herbívoros como el enorme caracol “botuto” *Strombus gigas*. En tanto, sin que podamos explicar la causa, en Cubagua y el sur de Margarita, una especie muy abundante es la “vaquita” *Strombus pugilis*, la cual es prácticamente inexistente en Los Roques.

En los peces, nos encontramos que en las áreas circundantes a Cubagua hay más de 100 especies que no se encuentran en Los Roques, y en este Archipiélago se han contabilizado 63 especies no registradas en Cubagua. La expresión mas significativa sobre las diferencias existentes entre ambas regiones ecológicas, nos la ofrece el hecho de que en el área de surgencia y en concreto en alrededores de Cubagua, la especie mas abundante y dominante es la sardina *Sardinella aurita*, el recurso pesquero mas importante del país, que no existe en su estado adulto en Los Roques, donde solo ocasionalmente se encuentran algunos ejemplares juveniles de talla inferior a 10 cm, quizás neoténicos; nacidos probablemente de huevos arrastrados hacia el oeste por las corrientes oceánicas, pero que no se adaptan a las condiciones de esa área insular. No sabemos cual sea el factor que impide la adaptación, pero probablemente sea una combinación de varios, entre los cuales los más importantes pueden ser la temperatura, la disponibilidad de alimento (fitoplancton) y competencia interespecífica con la sardina manzanillera, *Harengula humeralis*, especie sumamente abundante en Los Roques.

Así pues, nos encontramos con dos ecosistemas relativamente próximos geográficamente e insulares, pero ecológicamente muy distintos. Sin embargo como resultado del detallado trabajo que aquí se presenta, en el perímetro de las costas de la isla de Cubagua también se encuentran ambientes ó microhabitats con características muy diferentes, las cuales discutimos y se resumen a continuación, iniciando con las variables hidrográficas determinadas.

2.- Bionomía de la isla de Cubagua

Hidrografía general: La costa oeste y norte de Cubagua fue muestreada desde el 21 de marzo hasta el 11 de diciembre de 2001, abarcó parte de la época seca y toda la lluviosa; mientras que la costa este y sur se estudio desde agosto de 2003 a abril de 2004 que incluye parte de la época lluviosa y seca (TABLA 1). Las temperaturas variaron entre 21,5 °C (El Cautaro - 21 marzo 2001) y 28,8 °C (La Cabecera sur - 6 octubre 2003) lo cual significa que el intervalo de variación máxima fue de 7,3 °C, es inferior al encontrado (8,1°C) durante 1990, en muestreos semanales en Bahía de Charagato (GÓMEZ & CHANUT 1993). Durante el primer semestre (enero a junio) la temperatura es inferior a 25 °C mientras que durante el segundo semestre supera este valor. Asimismo, los valores mínimos en marzo y los máximos en octubre, coinciden con lo citado por HERRERA & FEBRES (1975) para la región entre 1968 y 1974. Este patrón ha variado marcadamente en los últimos años hasta el punto que en Marzo y Abril las temperaturas llegaron a alcanzar 28°C y en Octubre de 25 y 26°C. Prácticamente inverso al que venia produciéndose desde tiempo inmemorial y que por tradición, conocían los pescadores. En los años 2008, 2010 y 2013 al este de Margarita, en octubre la temperatura superficial del agua supero los 30 °C (GÓMEZ *et al.* 2014).

En la TABLA 1 se aprecian los valores de temperatura obtenidos todos antes de las 9 am, que si bien corresponden a periodos diferentes existen tendencias generales. En primer lugar la amplitud de las diferencias de temperatura, las cuales parecen mayores en la costa norte y oeste (21,5 a 27,6°C) que en las costa este y sur (24,9 y 28,8 °C) e incluso la diferencia entre la temperatura en superficie y el fondo (a 100 m de la costa) puede ser hasta de 0,5 °C (marzo 2001). Situación que no se encontró en las costas este y sur, donde la fluctuación es menor y en ocasiones la temperatura en proximidad del fondo fue ligeramente mayor (hasta 0,3 °C) que en superficie, como ocurrió en varios muestreos (Estaciones El Obispo a Barranca Blanca) y consecutivamente desde octubre hasta enero de 2003. Es posible que la mayor variación de la temperatura en las costas oeste y la norte, se relacionen con la mayor profundidad de las áreas próximas. También podría relacionarse con mayor intensidad de la surgencia por estar a sotavento y facilitar el desplazamiento de las aguas superficiales, hacia fuera. Mientras que en las costas este y sur, la profundidad es menor y las temperaturas menos fluctuantes.

En cuanto a las salinidades determinadas, se presentó una amplia variación, osciló entre 32,9 (La Cabecera - 25 septiembre 2003) y 38,06 (Charagato La Capilla - 11 diciembre 2001). En las costa oeste y norte durante el año 2001 la salinidad varió entre un máximo de 38,06 (valor anormal) pues generalmente fue inferior a 37,7 y un mínimo de 36,21 lo cual coincide con estudios realizados en Cubagua (GÓMEZ 1987a, 1987b, 1988; GÓMEZ & CHANUT 1988, 1993). En cambio, en el 2003-2004 cuando se realizaron los muestreos sobre la costa este y la sur, la salinidad presento variación mas amplia, entre 32,9 y 37,05. La salinidad tiene marcada fluctuación durante el segundo semestre, especialmente entre septiembre y diciembre. Asimismo debe mencionarse que en Margarita, a finales del 2003 y primeros meses del 2004 fueron anormalmente lluviosos. En cualquier caso, en estos meses, agua de menor salinidad proveniente del este se desplazaron continuamente por el área, así se explica que en la costa este (La Cabecera) la salinidad durante el periodo septiembre a noviembre de 2003 varió entre 32,9 y 35,6 (TABLA 1) valores anormalmente bajos para esta área.

En cuanto al oxígeno disuelto, en la costa oeste y norte varió entre 3,64 (julio-agosto 2003) y 5,10 ml/l (septiembre 2003) y en la costa este y sur entre 2,65 (Chipiricú - 10 septiembre 2003) y 5,15 ml/l (El Gato - 31 marzo 2004) y se determinó un valor excepcionalmente bajo y anormal de 1,91 ml/l en Los Trasmalleros (febrero 2004). En valores del oxígeno disuelto no existe un patrón de variación uniforme

y debe recordarse que los muestreos siempre se hicieron a primera hora de la mañana. A pesar de que el estudio se realizó en años distintos, los valores del oxígeno en la costa este y sur fueron en 2003 y 2004 mucho menores que los determinados en la costa oeste y norte durante el 2001. En Cubagua, algunos estudios en Estaciones fijas y visitadas con frecuencia semanal se ha determinado que los valores más elevados de oxígeno son de junio a diciembre, cuando aumenta la temperatura del agua (GÓMEZ & CHANUT 1993).

Costa este de Cubagua: Incluye desde Punta Charagato hasta Punta Yirú, se realizaron 10 transectos, tres correspondieron a playas arenosas (desde playa El Medio hasta Chipiricú); seis en playas con rocas y arena (Punta Charagato, Casa Playa Melico, La Cabecera, Chucuruco, Yirú) y una playa arenofangosa (El Obispo). En esta costa este a 100 m de la playa se capturan el mayor número de especies de crustáceos (16 en Punta Charagato) y de moluscos (19 en La Cabecera norte) el mayor número del estudio. En cuanto a los peces, en Punta Chucuruco se capturó la mayor cantidad de especies (14).

Las playas entre la Punta de Charagato y La Casa de Playa Melico son las que en Cubagua tienen la mayor cantidad de residuos sólidos de plástico (basura) y enormes masas de clorófitas ulváceas en suspensión o varadas, que se acumulan arrastradas por las corrientes. La cantidad de basura proviene no solamente de los ferries, como generalmente se asocia, sino que también proviene de las islas de Margarita y Coche. En años las décadas de 1960 y 1970 la mayoría de desechos procedía de la fábrica de conservas llamada El Faro, incluyendo latas de conserva en mal estado porque estaban abombadas y flotantes. Por esos años, se calaba con frecuencia frente a la playa Charagato que estaba cubierta por “ramales” arrancados y traídos con artes de pesca.

En esta costa es característica la presencia de *Thalassia testudinum* que forma praderas casi continuas desde el borde costero hasta más allá de los 100 m. Generalmente las plantas de la fanerógama cercanas a la costa tienen hojas más largas (hasta 35 cm) que a los 75 - 100 m de la playa y generalmente se asocian numerosos erizos verdes *Lytechinus*, que son explotados comercialmente por mujeres, en las proximidades de Playa Melico, La Cabecera y Chucuruco. Desde Margarita, principalmente de Chacachare, con sus hijos más pequeños las pescadoras se desplazan muy temprano a Cubagua y extraen erizos hasta media tarde y regresen a sus hogares.

Los corales y los “ciriales” si bien están presentes, son menos abundantes y alcanzan menor tamaño que en playas rocosas de la costa norte. Asimismo en algunas playas (El Medio, El Mercado, Playa Casa Melico, Punta Chucuruco) entre los 25 y 50 m de la costa son comunes los pelecípodos *Brachidontes* sobre las rocas aisladas ó sobre el fondo de arena consolidada porque las piedras fueron recubiertas por arena. En la Punta de Charagato y El Mercado es característica la presencia masiva de corales “orejones” muertos de la especie *Acropora palmata*, que hasta comienzos de 1980 eran colonias florecientes y lugar de activa pesca submarina, la que aún se mantiene porque todavía albergan cantidades de peces arrecifales. La mortalidad coralina masiva se observa también en los llamados “cacho venao” *A. cervicornis* y “cirialitos” *Porites porites* presentes en algunas localidades de la costa norte de Cubagua y en puntos de la costa este.

Se debe mencionar que el este de Cubagua, es objeto de presión turística intensa, relacionada con el submarinismo, lo cual explicaría la escasez de algunas especies que son vendidas ó extraídas por los turistas, como el caso de estrellas de mar *Oreaster reticulatus*, hasta hace poco tiempo muy abundantes. Asimismo, en La Cabecera a distancia superior a los 400 m de la costa, son muy abundantes los moluscos pelecípodos, en especial la ostra perla *P. imbricata* de talla pequeña. A partir del extremo sureste de Cubagua, entre los 50 y 100 m de la costa es notable la presencia de algas pardas del género *Sargassum* que forma densas praderas

Costa oeste de Cubagua: Incluye desde Punta Arenas hasta Punta Brasil. Se realizaron diez transectos, cinco correspondieron a playas arenosas (desde Punta Arenas a El Cautaro) sin praderas de la fanerógama *Thalassia testudinum*, aunque en algunas playas se observó la presencia de *Diplanthera*

wrightii, pero únicamente entre los 25 y 50 m de la costa. En el sustrato predominan las cuevas del camarón fantasma *Callinassa cacahuete* y moluscos pelecípodos *Tellina*; además entre el borde costero y hasta los 25 m es común la presencia de clorófitas ulváceas (“limo”) en descomposición. Las otras cinco transectos correspondieron a playas con rocas (desde Las Iguanas hasta La Choleadora y Punta Brasil) que se han desprendido del borde costero, por lo que predominan hasta unos 25 m de la costa, con la excepción de Punta La Horca en donde las rocas se extienden hasta distancia de 100 m de la costa y a las cuales se asocia una extensa y densa comunidad de corales blandos u octocorales (“ramales”) de géneros *Pseudopterogorgia* y *Eunicea* muy abundantes desde los 25-50 m del borde costero. Desde Punta La Horca a Punta Brasil, es característico que los pelecípodos *Pinctada imbricata*, *Pteria colymbus* y *Arca zebra*, además en “ciriales” *Millepora*, están adheridos a ramas de octocorales de *Pseudopterogorgia*, doblándolos e incluso abatirlos, lo cual no se observó en costas este y sur.

Asimismo, a partir de la playa La Pedregosa, sobre las rocas es común la presencia de los zoantarios *Palythoa* y *Zoanthus*. Además, es frecuente la presencia de “ciriales” *Millepora* y las llamadas “múcuras” predominando las *Pseudodiploria*. Es necesario mencionar que muy próxima a la playa la Pedregosa se localiza La Brea, denominada así por el olor típico que emana de lajas presentes en el lugar y por donde continuamente se liberan sustancias y gases oleosos. En el interior de las lajas y alrededor de las rocas cubiertas con zoantarios, son comunes peces arrecifales y erizos *Lytechinus variegatus* y *Echinometra lucunter*, así como pepinos de mar *Isostichopus*. Debe resaltarse que únicamente en proximidades de Punta Brasil, sobre el sustrato arenoso se encuentran manchones negros de cianobacterias *Microcoleus*, deben relacionarse con gases con azufre, o quizás el amarre de trenes sardineros en las proximidades. En la Punta La Horca se capturaron hasta 17 especies de crustáceos (a 50 m de la costa) y 22 especies de moluscos en el mediolitoral. En cuanto a los peces, el mayor número de especies (23) se capturó en Punta La Palanqueta (= Punta Brasil).

La existencia de playas arenosas resguardadas del viento directo del nordeste explica que la costa oeste de Cubagua sea propicia para el refugio y asentamiento de pescadores que temporalmente viven en rancherías localizadas en Punta Arenas, El Cardón y El Amparo. Debe mencionarse que desde La Pedregosa hasta Ladera Brasil, con frecuencia están artes de pesca sardineros (“cercos”) por los fondos adecuados para esta modalidad pesquera, porque a unos 300 m de la costa la profundidad sobrepasa los 10-15 m y es poca abundancia de corales madreporicos y/o piedras, lo cual facilita la captura del recurso y el fondeo de los trenes de pesca sardineros. La actividad es realizada principalmente por pescadores sucrenses. También, aunque en pocas ocasiones, se han observado mandingas y trenes sardineros en la costa norte de Cubagua, en Bahía de Charagato y frente a Las Calderas.

A manera de conclusiones parciales, en la costa este de la isla de Cubagua, las playas arenosas son: Playa El Medio, El Mercado y Chiripicú. Las playas rocosas con porciones arenosas son: Punta Charagato, Melico, la Cabecera, Chucuruco, Punta Yirú y La Garza. El Obispo es una playa arenofangosa. En la costa este de Cubagua es notable el deterioro de los fondos próximos a la costa como consecuencia del tránsito del ferries rápidos a gran velocidad cerca de la costa originando olas de cierta magnitud que erosionan el borde costero y causan la resuspensión de arena del sustrato, propiciando el cubrimiento de la vida bentónica especialmente de los corales, los fondos con moluscos pelecípodos y también la colmatación de lajas. Sin embargo, no puede atribuirse únicamente al ferry rápido la mortalidad masiva de los *Acropora* en la punta de Charagato y El Mercado, en donde se observaron algunas pocas colonias florecientes.

En la costa oeste, las playas arenosas son: Punta Arenas, Punta El Cardón, Punta El Amparo, Playa Cautaro oeste y Ladera Brasil. Las playas rocosas son: Playa Las Iguanas, Punta La Horca. La Pedregosa, La Choleadora y Punta Brasil. La playa Pedregosa tiene partes rocosas y arenosas. En Punta Arenas de Cubagua ha ocurrido marcada modificación morfológicas del borde costero, por la formación de una punta arenosa que se ha adentrado > 300 m en el mar. Estudiar la bionomía bentónica de Cubagua permitió coleccionar nuevas especies para la ciencia, el pequeño cangrejo *Calyptraeotheres hernandezi* HERNÁNDEZ-ÁVILA & CAMPOS 2006 y el pez *Ophioscion gomezi* CERVIGÓN 2011.

AGRADECIMIENTOS

Es grato manifestar reconocimiento a los Editores del Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela, por la publicación del número dedicado a *ILDEFONSO LIÑERO* 'Mikel', fue apreciado amigo cumánés, excelente científico y pionero en estudio de los poliquetos de Venezuela. Se agradece a evaluadores por las sugerencias y comentarios. El trabajo fue posible gracias al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Venezuela CONICIT (actual FONACIT) por subvención al Proyecto S1-559. La Fundación Museo del Mar facilitó laboratorio en el Museo Marino de Margarita. El Proyecto permitió contratar a LEE GALINDO e IVÁN HERNANDEZ jóvenes biólogos de la Universidad de Oriente (ECAM) Nueva Esparta. Las Figuras fueron dibujadas por JUAN VICENT[†]. Los amigos pescadores PEDRO VÁSQUEZ "Perucho", su hijo JAIRO y JULIANCITO VÁSQUEZ, fueron responsables de travesías a Cubagua en el peñero Pámpano y colaboraron buceando. La granulometría fue realizada por JAIME BONILLA[†] y CASTO GONZALEZ[†] profesores de Universidad de Oriente. La salinidad fue determinada por AMALIA BARCELO (UDONE). OSCAR DÍAZ del Instituto Oceanográfico identificó algunos poliquetos. FIDEL LAREZ[†] colaboró con procesar peces en el laboratorio de Ecología del Instituto de Investigaciones Científicas (UDO) en Boca del Río.

REFERENCIAS

- ABBOTT, R. 1974. *American Seashells*. Van Nostrand Reinhold Co. New York. 663 pp.
- ABBOTT, T. & P. MORRIS 1995. *A field guide to shells of the Atlantic and Gulf Coasts and the West Indies*. 4^o ed. Peterson Field Guide Series. Houghton Mifflin Co. Boston.
- ABELE, L. & W. KIM. 1986. *An illustrated guide to the marine Decapod Crustaceans of Florida*. The Florida State University, 760 pp.
- ALVIZU, A. 2006. *Estructura comunitaria de esponjas asociadas a dos parches coralinos en la isla de Cubagua, Venezuela, durante el año 2005*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Boca de Río, Venezuela, 63 pp.
- BARRIOS, J., J. BOLAÑOS & R. LÓPEZ. 2007. Blanqueamiento de arrecifes coralinos por la invasión de *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta) en Isla Cubagua, Estado Nueva Esparta, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 46 (2): 147-152.
- BASHIRULLAH, A. 1975. Biology of *Lutjanus griseus* (Linn), of the Cubagua Island, Venezuela. I. length, weight, body length, gut length relationships and condition factor. *Bol. Inst. Oceanogr.* 14(1): 101-108.
- BAYER, F. 1961. The shallow-water octocorallia of the West Indian region. *Stud. Fauna Curacao & Caribb. Islands*. 12: 1-373.
- BAYER, F. 1981. Key to the genera of octocorallia exclusiva of Pennatulacea (Coelenterata: Anthozoa) with diagnoses of new taxa. *Proc. Biol. Soc. Washington*, 94(3): 902-947.
- BEAUPERTHUY, I. 1967. Los Mitílidos de Venezuela (Mollusca: Bivalvia). *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 6(1): 17-115.
- BLANCO-RAMBLA, J. 1996. *Estomatópodos de la región nororiental de Venezuela*. Trab. Asc. Prof. Asociado, Universidad de Oriente, Instituto Oceanográfico, Venezuela, 222 pp.
- BLANCO-RAMBLA, J. 1986. *Thalassinideos de la región nororiental de Venezuela (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea)*. Trab. Asc. Prof. Agregado, Instituto Oceanográfico Venezuela, 120 pp.
- BULLOCK, R. & C. FRANZ. 1994. A preliminary taxonomic survey of the Chiton (Mollusca: Polyplacophora) of Isla de Margarita, Nueva Esparta, Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*. 141: 9-50.

- BULLOCK, R., C. FRANZ & J. BUITRAGO, 1994. A report on a collection of chitons (Mollusca: Polyplacophora) dredge near Isla Coche, Nueva Esparta, Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle.*, 141: 77-94.
- CAPELO, J. & J. BUITRAGO, 1998. Distribución geográfica de los moluscos marinos del Oriente de Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle.*, 150: 109-160.
- CASO, M. 1961. *Los Equinodermos de México*. Tesis Doctoral Universidad Nacional Autónoma de México. México, 511 pp.
- CERVIGÓN, F. 1991. *Los Peces Marinos de Venezuela. Vol. I*. Fund. Científica Los Roques. Impresión Cromotip, Caracas. 423 pp.
- CERVIGÓN, F. 1993. *Los Peces Marinos de Venezuela. Vol. II*. Fund. Científica Los Roques. Impresión Cromotip, Caracas. 497 pp.
- CERVIGÓN, F. 1994. *Los Peces Marinos de Venezuela. Vol. III*. Impresión Editorial Ex Libris, Caracas. 296 pp.
- CERVIGÓN, F. 1996. *Los Peces Marinos de Venezuela. Vol. IV*. Impresión Editorial Ex Libris, Caracas. 295 pp.
- CERVIGÓN, F. 1997. *La Perla. Su importancia y significación socioeconómica en la historia de Venezuela*. Fondo para el Desarrollo de Nueva Esparta. Impresión Editorial Ex Libris, Caracas. 137 pp.
- CERVIGÓN, F. 1999. *Cubagua 500 años*. Fund. Museo del Mar, Caracas. 143 pp.
- CERVIGÓN, F. 2011. *Los Peces Marinos de Venezuela Volumen VI*. Editorial Ex Libris, Caracas. 130 pp.
- CERVIGÓN, F. & A. ALCALÁ. 1999. *Los Peces Marinos de Venezuela. Vol. V*. Fundación Museo del Mar. Gráficas Capriles. Caracas. 231 pp.
- CHACE, F. 1972. The shrimps of the Smithsonian-Bredin Caribbean expeditions with a summary of the West Indian shallow waters species (Crustacea: Decapoda: Natantia). *Smithson. Contrib. Zool.*, 98: 1-179.
- CHACE, F. & H. HOBBS. 1969. The freshwater and terrestrial decapods crustaceans of the West Indies with special reference to Dominica. *U.S. Nat. Mus. Bull.*, 292: 1-258.
- COLIN, P. 1978. *Caribbean reef invertebrates and plants*. T.H.F. Publications. Neptune City, N.J. 512 pp.
- COOMANS, H. 1958. A survey of the littoral gastropoda of the Netherlands Antilles and other Caribbean islands. *Studies in Fauna of Curacao & other Caribbean islands*, 8: 42-111.
- DAHLGREN, E. 1989. Gorgonian community structure and reef zonation patterns of Yucatan coral reefs. *Bull. Mar. Sci.*, 45: 678-696.
- DEAN, H., I. HERNÁNDEZ-AVILA & E. CUTLER. 2007. Sipunculans of the Caribbean coast of Venezuela and Curacao. *Zootaxa*, 1431: 45-54.
- DEVANEY, D. 1974. Shallow-water echinoderms from British Honduras, with a description of a new species of *Ophiocoma* (Ophiuroidea). *Bull. Mar. Sci.* 24(1): 122-164.
- DÍAZ, J. & M. PUYANA. 1994. *Moluscos del Caribe Colombiano. Un catálogo ilustrado*. Colciencias-INVEMAR. 365 pp.
- DÍAZ, O. & I. LIÑERO. 2000. Poliquetos asociados a sustratos artificiales sumergidos en la costa nororiental de Venezuela I: Terebellidae. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente*. 39(1-2): 33-48.
- DÍAZ, O. & I. LIÑERO. 2001. Poliquetos asociados a sustratos artificiales sumergidos en la costa nororiental de Venezuela II: Serpulidae y Spirorbidae. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 40 (1-2): 9-20.

- DÍAZ, O. & I. LIÑERO. 2002. Poliquetos asociados a sustratos artificiales sumergidos en la costa nororiental de Venezuela III: Eunicidae. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 41 (1&2):3-1.
- DÍAZ, O. & I. LIÑERO. 2003. Poliquetos epibiontes de *Pinctada imbricata* Röding, 1798 (Bivalvia: Pteriidae) en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Interciencia*, 28(5): 298-301.
- DÍAZ, C., S. PAULS, E. VILLAMIZAR, A. ALVIZU, A. AMARO, M. CELLEMARE, S. GRUNE, I. HERNANDEZ, S. NARCISO, A. PÉREZ, J. PÉREZ, I. RAMÍREZ, R. RAMOS, M. ROMERO & P. YOUNG. 2003. Porifera biodiversity in Nueva Esparta, Venezuela: common sponges from La Restinga and Cubagua Island. In: *The Twin Cays mangrove ecosystem, Belice: Biodiversity, geological history and two decades of change*. Ed. Rutzler K. Fort Pierce (USA). 56 pp.
- ESTEVE, M. 1988. Ictioplancton de la isla de Cubagua: composición y abundancia. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 48: 169-178.
- FENNER, D. 1993. Species distinction among several Caribbean stony corals. *Bull. Mar. Sci.*, 53(4): 1099-1116.
- FLORES, C. 1966. La familia Cassidae (Mollusca: Mesogastropoda) en las aguas nororientales de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 5 (1-2): 7-37.
- FLORES, C. 1973. La familia Neritidae (Mollusca: Archaeogastropoda) en las aguas costeras de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 12 (2):3-14.
- FOREST, J. & M. SAINT LAURENT. 1967. Campagne de la "Calipso" au large des cotes Atlantiques de l'Amérique du Sud (1961-1962) 6. Crustacés Décapodes: Pagurides. *Ann. Inst. Oceanogr. Monaco*, 45(2): 106-111.
- FRANZ, C. & R. BULLOCK. 1993. A taxonomic survey of the marine limpets (lapas) (Mollusca: Gasteropoda) of Isla de Margarita, Nueva Esparta, Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 140: 91-132.
- FRANZ, C., R. BULLOCK, R. VARELA & E. FLAIL. 1994. The marine limpets (lapas) (Mollusca: Gasteropoda) of Isla La Blanquilla, Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*. 141: 107-144.
- GÓMEZ, A. 1987a. Estructura de la comunidad de peces en playas arenosas de la Bahía de Charagato, Isla de Cubagua, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 26 (1&2): 53-62.
- GÓMEZ, A. 1987b. Estructura de la taxocenosis de peces en praderas de *Thalassia testudinum* de la Bahía de Charagato, Isla de Cubagua, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 26(1 y 2): 125-146.
- GÓMEZ, A. 1988. *Ecología pelágica de la Bahía de Charagato, Isla de Cubagua, Venezuela*. Trab. Asc. Prof. Titular. Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, Cumaná, 198 pp.
- GÓMEZ, A. 1999. *Los Recursos Marinos Renovables del Estado Nueva Esparta, Venezuela. Biología y pesca de especies comerciales. Tomo I. Invertebrados y Algas*. Organización Gráficas Capriles, Caracas. 208 pp.
- GÓMEZ, A. 2000. Abundancia de *Lytechinus variegatus* (Echinoidea: Toxopneustidae) en la isla de Cubagua. *Rev. Biol. Trop.*, 48: 125-131.
- GÓMEZ, A. 2001. Abundancia de erizo *Lytechinus variegatus* (Lamarck) en la costa norte, este y oeste de la isla de Margarita. *Acta Científica Venezolana*, 53: 210-215.
- GÓMEZ, A. 2003. Relación diámetro-peso y proporción cromática del erizo *Lytechinus variegatus* (Lamarck) en las Islas de Margarita y Cubagua (Venezuela). *Rev. Biol. Trop.*, 51: 83-86.
- GÓMEZ, A. & J. CHANUT. 1988. Variación estacional de variables ecológicas en la Bahía de Charagato, Isla de Cubagua, Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle.*, 68: 73-104.

- GÓMEZ, A. & J. CHANUT. 1993. Hidrografía, producción y abundancia planctónica al sur de la isla de Margarita. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 32 (1-2): 27-44.
- GÓMEZ, A. & I. HERNÁNDEZ-AVILA. 2009. Diversidad íctica de la isla de Cubagua, Venezuela. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 38 (1): 85-132.
- GÓMEZ, A., E. MATA & O. GÓMEZ. 2014. Crisis de la pesca de sardina en Venezuela: variación de la biomasa del fitoplancton en el Este de Margarita, una década de estudio (2003-2012). *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. 53 (1): 25-36.
- GORE, R. & J. SHOUP. 1968. A new starfish host and extension of range for the commensal crab, *Mynyocerus angustus* (Dana, 1852) (Crustacea: Porcellanidae). *Bull. Mar. Sci.* 23(3): 559-573.
- GUERRA, C. & A. BASHIRULLAH. 1975. Biología del pargo *Lutjanus griseus* (Linn.) de la isla de Cubagua, Venezuela. II. Maduración sexual y fecundidad. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, Venezuela*, 14(1): 109-116.
- GRIFFITH, H. 1987. Taxonomy of the genus *Dissodactylus* (Crustacea: Brachyura: Pinnotheridae) with descriptions of three new species. *Bull. Mar. Sci.*, 40 (3): 397-427.
- HAIG, J. 1956. The Galatheidea (Crustacea Anomura) of the Allan Hancock Atlantic Expedition with a review of the Porcellanidae of the Western North Atlantic. *Allan Hancock Atlantic Expedition*. (8): 1-45.
- HENDLER, G., J. MILLER & D. PAWSON. 1995. *Echinoderms of Florida and the Caribbean Sea. Sea stars, sea urchins and allies*. Smithsonian Institution Press, 390 pp.
- HERNÁNDEZ-ÁVILA, I.. 2002. *Estructura poblacional y aspectos reproductivos de Petrolisthes galathinus (Decapoda: Anomura: Porcellanidae) en localidad El Manglecito, isla de Cubagua*. Trab. Grad. Lic. Biología Marina. Universidad de Oriente, Boca del Río, Venezuela. 102 pp.
- HERNÁNDEZ-ÁVILA, I. 2004. Primer reporte de *Tyche emarginata* White, 1847 (Crustacea: Decápoda: Thychidae) para Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.*, 32 (1-2): 37-40.
- HERNÁNDEZ-ÁVILA, I. 2010. *Ofiuroides (Echinodermata: Ophiuroidea) de la isla de Cubagua, Venezuela*. Trab. Grad. M. Sc. Ciencias Marinas, Universidad de Oriente, Cumaná. 174 pp.
- HERNÁNDEZ-ÁVILA, I. MAGAN, G. HERNÁNDEZ & A. GÓMEZ. 2003. Presencia de *Pinnixa floridana* Rathbun, 1918 (Crustacea: Decapoda: Pinnotheridae) en el mar Caribe. *VI Congreso de Ciencias del Mar, MARCUBA'2003, La Habana, Cuba*. p. 47.
- HERNÁNDEZ-ÁVILA, I. & E. CAMPOS. 2006. *Calyptraeotheres hernandezi* (Crustacea: Brachyura: Pinnotheridae) a new crab symbiont of the West Indian cup-and-saucer *Cricubulum auricula* (Gmelin) (Mollusca: Gastropoda: Calyptraeidae) of Cubagua Island, Venezuela. *Proc. Biol. Soc. Washington*, 119(1): 43-48.
- HERNÁNDEZ-ÁVILA, I., A. GÓMEZ, C. LIRA & L. GALINDO. 2007. Benthic decapod crustaceans (Crustacea: Decapoda) of Cubagua Island, Venezuela. *Zootaxa* 1557: 33-45.
- HERNÁNDEZ, G. 1992. *Crustáceos decápodos bentónicos de la Laguna de Las Marites, Isla Margarita*. Trab. Grad. M. Sc. Ciencias Marinas, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 227 pp.
- HERNÁNDEZ, G. & J. BOLAÑOS. 1995. Adiciones a la carcinofauna marina de la región nororiental de Venezuela. *III Congr. Latinoam. Cienc. Mar. Mar del Plata*. p. 12.
- HERNÁNDEZ, G., J. BOLAÑOS, C. LIRA & L. GARCÍA. 1996. Shallow water porcellanids crabs (Decapoda: Anomura) of the islands of Northeastern Venezuela. *II Symposium Fauna and Flora of the Atlantic Islands*, Las Palmas Gran Canaria. p. 21.

- HERRERA, L. & G. FEBRES. 1975. Procesos de surgencia y de renovación de aguas en la fosa de Cariaco, mar Caribe. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, Venezuela*. 14(1): 31-44.
- HOLTHUIS, L. 1951. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea: Decapoda: Natantia) of the Americas. I. Subfamilies Euryrhynchinae and Pontoniinae. *Allan Hancock Foundation Publication, Occasional Paper*, (11):1-332.
- HUMANN, P. & N. DELOACH. 2002. *Reef coral identification, Florida, Caribbean, Bahamas*. 2° ed. New World Publications Inc. Florida.
- KAPLAN, E. 1982. *Coral Reefs of Caribbean and Florida*. Peterson field guide series. Houghton Mifflin Co. Boston.
- LIÑERO, I. 1985. Poliquetos errantes bentónicos de la plataforma continental nor-oriental de Venezuela. II. Eunicidae. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. 24(1 & 2): 91-103.
- LIÑERO, I. 1993. Anélidos poliquetos de la costa nororiental de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. 32(1-2): 17-26.
- LIÑERO, I. 1998. Sabellariidae y Spirobidae (Annelida: Polychaeta) de la costa nororiental de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. 37(1-2): 27- 33.
- LIÑERO, I. 1999. Serpulidae (Annelida: Polychaeta) de la costa nororiental de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. 38 (2): 33-43.
- LIÑERO, I. & O. DÍAZ. 2009. Estado del conocimiento de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) en el Golfo de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. 48 (2): 143-152.
- LIRA, C. 1997. *Crustáceos anomuros costeros de la Península de Macanao, Isla de Margarita, Venezuela*. Trab. Grad. M. Sc. Ciencias Marinas, Universidad Oriente, Venezuela. Cumaná, 201 pp.
- LIRA, C., G. HERNÁNDEZ & J. BOLAÑOS. 1999. Cangrejos porcelánidos (Decapoda: Anomura) de las islas orientales de Venezuela. II El género *Pachycheles* Stimpson, 1858. *Acta. Cien. Ven.* 50 (Sup. 2): p. 385.
- LIRA, C., G. HERNÁNDEZ & J. BOLAÑOS. 2001. Cangrejos porcelánidos (Decapoda: Anomura) de las islas orientales de Venezuela. II El género *Neopisosoma* Haig, 1960 con dos adiciones a la carcinofauna venezolana. *Acta. Cien. Ven.* 52 (Supl. 3): p. 285.
- LODEIROS, C., B. MARÍN & A. PRIETO. 1999. *Catálogo de moluscos marinos de las costas nororientales de Venezuela: Clase Bivalvia*. Universidad de Oriente, Cumaná, 109 pp.
- LÓPEZ, S., Y. DÍAZ & A. MARTÍN. 2009. Anfípodos (Crustácea: Gammaridea) de la Isla de Cubagua, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 32 (1-2): 37-40.
- MACSOTAY, O. 1982. Intervalos batimetabólicos y batimétricos de algunos moluscos bentónicos marinos de Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*. 37: 103-147.
- MACSOTAY, O. & R. CAMPOS. 2001. *Moluscos representativos de la plataforma de Margarita, Venezuela*. Editora Rivolta, Venezuela. 276 pp.
- MANNING, R. & F. CHACE. 1971. Shrimps of the family Processidae from the northwestern Atlantic ocean (Crustacea: Decapoda: Caridea). *Smithsonian Contrib. Zoology*: 1-41.
- MANNING, R. & D. FELDER. 1991. Revision of the American Callianassidae (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). *Proc. Biol. Soc.*, 104 (4): 764-792.

- MARCANO, J. 1987. *Cangrejos Brachyura de la Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta*. Trab. Grad. M. Sc. Ciencias Marinas, Universidad de Oriente, Cumaná, 124 pp.
- MÁRQUEZ, M. 1988. *Los camarones carideos (Crustácea: Decápoda: Caridea) de las islas de Cubagua y Margarita*. Trab. Grad. M. Sc. Ciencias Marinas, Universidad de Oriente, Cumaná. 126 pp.
- MARTÍNEZ, A. 1989. Holoturoideos (Echinodermata, Holothuroidea) de la región nor-oriental de Venezuela y algunas dependencias federales. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.*, 28(1 y 2): 105-112.
- MARTÍNEZ, A. 1991a. Holoturoideos Dendrochirotida (Holothuroidea: Echinodermata) I: familia Cucumaridae. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.*, 30 (1-2): 31-40.
- MARTÍNEZ, A. 1991b. Holoturoideos Dendrochirotida (Holothuroidea: Echinodermata) II: familia Sclerodactylidae. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.*, 30 (1-2): 41-46.
- MARVAL, J. & F. CERVIGÓN. 2009. *Actividad Pesquera en el Estado Nueva Esparta*. Fundación Museo del Mar, FUDECI y Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de Venezuela. Editorial ExLibris, Caracas, 123 pp.
- MCLAUGHLIN, P. 1980. *Comparative morphology of recent crustacea*. Freeman & Co. San Francisco. 177 pp.
- MORRIS, P. 1975. *A field guide to shells of the Atlantic and Gulf Coasts and the West Indies*. 3º ed. Peterson field guide series. Houghton Mifflin Co. Boston.
- OTTE, E. 1977. *Las perlas del Caribe. Nueva Cádiz de Cubagua*. Fundación John Boulton. Caracas. 620 pp.
- PARRA, B. 1992. Análisis del contenido estomacal y hábitos alimenticios de *Paralabrax dewegeri* (Metzelaar, 1919) (Pisces: Serranidae) de los alrededores de la isla de Cubagua y punta de Araya, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente*, 31(1-2): 73-90.
- PARRA, B. 1994. Aspectos biométricos de *Paralabrax dewegeri* (Pisces: Serranidae) de los alrededores de la isla de Cubagua y punta de Araya, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente*, 33(1-2): 101-112.
- PARRA, B. 1997. Algunos aspectos biométricos de *Haemulon aurolineatum* de la Isla de Cubagua, Venezuela. *VII Congr. Latinoam. Cienc. Mar.* Santos, Brasil. 262-263.
- PATIÑO, M. 2005. *Caracterización inorgánica de los sedimentos del litoral costero Norte de la isla de Cubagua, Venezuela*. Trab. Grad. Lic. Química, Universidad de Oriente, Cumaná 89 pp.
- PÉREZ-RUZAF, A., C. MARCOS, I. PÉREZ-RUZAF & J. ROS. 1987. Evolución de las características ambientales y de los poblamientos del Mar Menor (Murcia, SE de España). *Anales Biología*, 12 (B. Ambiental, 3): 53-65.
- PÉREZ-RUZAF, A., I. PÉREZ-RUZAF, C. MARCOS & J. ROS. 1988. Cartografía bionómica del poblamiento bentónico de las islas del Mar Menor. I. Islas Perdiguera y del Barón. *Oecología Aquatica.*, 9: 27-40.
- PIÑANGO, H. 1988. *Contribución al conocimiento de los pagúridos (Crustácea, Decápoda, Anomura) litorales de Venezuela*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 202 pp.
- PIRELA-OCHOA, E., L. TROCCOLI & I. HERNÁNDEZ-AVILA. 2008. Hidrografía y cambios en la comunidad del fitoplancton en la Bahía de Charagato, Isla de Cubagua, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.*, 47(1): 3-16.
- PRINCZ, D. 1982. New records of living marine gastropods of Venezuela. *Veliger*, 25 (2): 174 -175.
- PROVENZANO, A. 1959. The shallow water hermit crabs of Florida. *Bull. Mar. Sci. Gulf & Caribb.* 9(4): 349-420.

- RAMÍREZ-VILLARROEL, P. 1978. *Fauna coralina de la Isla de Cubagua, Venezuela*. Trab. Asc. Prof. Agregado, Universidad de Oriente, Nueva Esparta. 130 pp.
- RAMÍREZ-VILLARROEL, P. 2001. *Corales de Venezuela*. Universidad de Oriente Consejo de Investigación. Gráficas Internacional. Porlamar. 219 pp.
- RATHBUN, M. 1918. Grapsoid crabs of America. *Bull. U.S. Nat. Mus.* 97:1-461.
- RATHBUN, M. 1928. The spider crabs of America. *Bull. U.S. Nat. Mus.* 129:1-631.
- RATHBUN, M. 1930. The cancrroid crabs of America of families Euryalidae, Portunidae, Atelecyclida, Cancridae and Xantidae. *Bull. U.S. Nat. Mus.* 152:1-609.
- RIOS, E. 1985. *Seashells of Brasil*. Fundacao Universidade Rio Grande, Museu Oceanografico. Rio Grande, Brasil.
- ROBAINA, G. 1986. Guía práctica para el conocimiento de los pulpos de las costas de Venezuela. *Contrib. Cient. Universidad Oriente, Nueva Esparta. Boca Del Rio*, 10: 3-40.
- RODRÍGUEZ, G. 1980. *Los Crustáceos Decápodos de Venezuela*. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Caracas. 494 pp.
- RODRIGUEZ, S., R. ROCHA & T. LOTUFO. 1998. *Guia ilustrada para identificacao das Ascídias do Estado de Sao Paulo*. Fapesp, Sao Paulo.
- RODRÍGUEZ, S. 2004. *Aspectos ecológicos (estructura, incremento poblacional y daños) de tres parches coralinos en Cubagua, Estado Nueva Esparta, Venezuela*. Trab. Grad. Lic. Biología, Marina Universidad de Oriente, Boca de Río, Venezuela, 135 pp.
- ROPER, C., M. SWEENEY & C. NAUEN. 1984. FAO species catalogue. Vol. 3. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fisheries Synopsis*, 125: 3-277.
- ROS, J., A. PÉREZ-RUZAFÁ, C. MARCOS & I. PÉREZ-RUZAFÁ. 1987. Resultados preliminares en el estudio del bentos del Mar Menor. *Cuad. Maris. Publ. Téc.*, 11: 305-321.
- ROSS, P. 1971. The shallow-water stony corals of the Netherland Antilles. *Studies Fauna Curacao & Caribb. Islands*, 37: 1-108.
- SÁNCHEZ, H. & N. CAMPOS. 1978. Los crustáceos ermitaños (Crustacea, Anomura, Paguridae) de la costa norte colombiana. *An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín*, 10: 15-62.
- SHEPARD, F. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *J. Sed. Petr.*, 24: 151-158.
- SCELZO, M. 1982. Observaciones sobre la presencia y distribución de crustáceos de la familia Porcellanidae (Decapoda, Anomura) en aguas venezolanas y Mar Caribe. *Zoología Neotropical* (2): 1129-1146.
- SCELZO, M. 1984. Observaciones sobre la fauna de porcelánidos en la Bahía de Charagato, isla de Cubagua, Venezuela (Crustácea: Anomura: Porcellanidae). *Acta. Cien. Ven.* 42 (Supl. 1): 374.
- SCELZO, M. 1985. Morfometría del cangrejo *Petrolisthes armatus* (Gibbs) de la isla de Cubagua. Venezuela (Crustácea: Anomura: Porcellanidae). *Acta. Cien. Ven.*, 43 (Supl.1): 258.
- STRICKLAND, J. & T. PARSONS. 1972. Practical handbook of Seawater Analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, 167: 310 pp.
- TIKASINGH, E. 1963. The shallow-water holothurians of Curacao, Aruba and Bonaire. *Studies Fauna Curacao*, 14: 77-59.

- TOMMASI, L. 1970. Os ophiuroides recentes do Brasil e regioes vizinhas. *Contrib. Inst. Oceanogr. Univ. Sao Paulo. Ser. Ocean. Biol.*, 20: 1-46.
- TOMMASI, L. 1972. Echinodermes da regio eutro o Amapa (Brasil) e a Florida (EUA) II. Echinozoa. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Sao Paulo*, 21: 15-67.
- TOMMASI, L. 1974. Echinodermes do Brasil. III Observacoes sobre algumas especies colectadas durante as viagens do N/Oc. "Almirante Saldanha". *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Sao Paulo*, 23: 1-15.
- UMMELS, F. 1963. Asteroids from the Netherlands Antilles and other Caribbean localities. *Studies Fauna Curacao*, 15: 72-101.
- VOIGT, O., A. COLLINS, V. BUSCHBAUM, J. PEARSE, A. ENDER, H. HADRYN & B. SCHIERWATER. 2005. Placozoa – no longer a phylum of one. *Curacao Biol.* 14(22): 944-945.
- WARMKE, G. & T. ABBOTT. 1962. *Caribbean Seashells*. 2ª Ed. Livingston Publ. Penn. USA.
- WELLS, J. 1973. New and old scleractinians corals from Jamaica. *Bull. Mar. Sci.*, 23 (1) :16-58.
- WERDING, B. 1984. Porcelánidos (Crustacea: Anomura: Porcellanidae) de la isla de Providencia, Colombia. *An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín*, 14: 1-16.
- WILLIAMS, A. 1965. Marine Decapod Crustaceans of the Carolinas. *Fish. Bull. U.S. Fish. Wildlife Serv.*, 65: 1-298.
- WILLIAMS, A. 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes* (Crustacea: Decapoda: Portunidae). *Fishery Bulletin*, 72(3): 695-798.
- WILLIAMS, A. 1984. Shrimps, Lobsters and Crabs of the Atlantic coast of the Eastern United States, Maine to Florida. *Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.*
- WILLIAMS, A. 1993. Mud Shrimps, Upogebiidae, from the Western Atlantic (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). *Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.*
- ZOPPI, E. 1967. Contribución al estudio de los equinodermos de Venezuela. *Acta Biol. Venezuela*, 5: 267-333.

Recibido: septiembre 2024

Aceptado: diciembre 2024

POLIKUETOS BÉNTICOS ASOCIADOS A MACROALGAS Y FONDOS BLANDOS EN ENSENADA MACURO, GOLFO DE PARIA, ESTADO SUCRE, VENEZUELA

JORGE BARRIOS-MONTILLA¹ & OSCAR DÍAZ-DÍAZ²

¹Dpto. de Biología Marina, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Cumaná. * Autor de correspondencia: jebarster@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6697-5140>

²FAUNAMAR Ltda. Consultorías Medio Ambientales e Investigación Marina, Santiago, Chile. E-mail: ofdiazd@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6385-1599>

RESUMEN: El golfo de Paria (estado Sucre, Venezuela), tiene una topografía costera heterogénea con variados ambientes. En este trabajo se estudiaron por primera vez las macroalgas y poliquetos de Macuro, población ubicada en este golfo, obteniéndose muestras de 10 estaciones en mayo de 2014. Las macroalgas y poliquetos se recolectaron en áreas delimitadas con un cuadrante y un nucleador, respectivamente, preservándose con formalina. Las muestras se estudiaron con ayuda de equipo óptico y se identificaron hasta la categoría de especie utilizando claves taxonómicas. Se obtuvo la biomasa en peso seco de las macroalgas y se contabilizaron los poliquetos, información empleada para estimar algunos índices comunitarios. Se identificaron 23 macroalgas: cinco Chlorophyta, cuatro Ochrophyta y 14 Rhodophyta. La rodoficea *Ceratodictyon variable* es un nuevo registro para el golfo de Paria. La especie dominante fue *Padina gymnospora* y la más constante *Centroceras clavulatum*, con valores de diversidad bajos (promedio 1,37 bits/ind.). Se identificaron 17 especies y 13 familias de poliquetos, siendo Nereididae y Spionidae las mejor representadas, con valores de diversidad que variaron de 0 a 2,23 bits/ind. Se registraron por primera vez para el país a *Eunice lanai*, *Perinereis floridana*, *Ancistrosyllis jonesi* y *Pseudopolydora floridensis*. Los poliquetos son más abundantes en zonas rocosas con macroalgas, favoreciendo éstas su desarrollo al proporcionarles alimento y zonas de resguardo contra la depredación. A pesar de ser un estudio puntual es notable el hecho de encontrar cuatro nuevos registros de poliquetos para Venezuela, lo cual resalta la importancia de los estudios taxonómicos para esta región.

Palabras clave: asociaciones alga-poliquetos, golfo de Paria, macroalgas, poliquetos, taxonomía.

ABSTRACT: The Paria gulf (Sucre state, Venezuela) has a heterogeneous coastal topography with varied environments. This is the first study of the macroalgae and polychaetes of Macuro, a population located in this gulf, with collected samples at 10 stations in May 2014. Macroalgae and polychaetes were collected in delimited areas with a quadrat and a benthic core, respectively, and preserved with formalin. Twenty-three macroalgae species were found: five Chlorophyta, four Ochrophyta and 14 Rhodophyta. The rhodophyceae *Ceratodictyon variable* is a new record for the Paria gulf. The dominant species was *Padina gymnospora* and the most constant was *Centroceras clavulatum*, with low diversity values (average 1,37 bits/ind.). Seventeen species and 13 families of polychaetes were identified, with Nereididae and Spionidae being the best represented, with diversity values ranging from 0 to 2,23 bits/ind. Are recorded for the first time for the country *Eunice lanai*, *Perinereis floridana*, *Ancistrosyllis jonesi* and *Pseudopolydora floridensis*. Polychaetes are more abundant in rocky areas with macroalgae, which stimulate their development by providing them with food and shelter areas from predation. Despite being a short study, it is notable that four polychaetes are new records for Venezuela, which highlights the importance of taxonomic studies for this region.

Key words: algae-polychaete association, macroalgae, Paria gulf, polychaetes, taxonomy.

INTRODUCCIÓN

La estructura de las comunidades bénticas permite reflejar la calidad de los ecosistemas marinos, éstos mantienen una gran diversidad de organismos, incluso mayor a los terrestres, por lo que los impactos como la contaminación inducen a cambios en la estructura de estas comunidades, la función biológica de los sistemas acuáticos y a los propios organismos; afectando su ciclo de vida, crecimiento y condición reproductiva. Por tal motivo, algunos organismos pueden proporcionar información de cambios físicos y químicos en el agua, ya que a lo largo del tiempo revelan modificaciones en la composición de la

comunidad. Las comunidades bénticas han sido efectivas en la valoración de contaminación de las aguas residuales (ELIAS *et al.* 2003).

En los últimos años los poliquetos han cobrado gran importancia, desde el punto de vista ecológico, ya que son organismos abundantes y frecuentes en todos los ambientes marinos, siendo dominantes en número de especies, de individuos y biomasa en la mayoría de las comunidades de fondos blandos (DÍAZ-DÍAZ & ROZBACZYLO 2021a).

Por otro lado, el alto grado de sensibilidad mostrado por algunas especies de poliquetos a los cambios de las condiciones físico-químicas que se producen en el medio en que habitan, las convierte en organismos idóneos como posibles indicadores para la evaluación del impacto ambiental, también la presencia o ausencia de algunas especies e incluso familias han sido utilizados como indicadores de la calidad del agua, incluyendo algunas especies de las familias Capitellidae, Cirratulidae, Nereididae, Paraonidae, Spionidae, Terebellidae y Syllidae, entre otras (DÍAZ-DÍAZ & ROZBACZYLO 2021a, b), así como puede ser indicador la ausencia de poliquetos del género *Lumbrineris* (RYGGS, 1985). De allí que los poliquetos constituyan uno de los grupos zoológicos más útiles en la determinación de la contaminación, pues viven en la interface agua-sedimento, que es biológicamente activa y químicamente reactiva (RHOADS & BOYER 1982).

A pesar de los esfuerzos de las dos últimas décadas, el conocimiento de los poliquetos en Venezuela, tanto en aspectos taxonómicos como ecológicos, sigue siendo escaso, con pocos estudios sobre su estructura comunitaria (BONE 1991; BONE & SAN MARTÍN 2003; DÍAZ-DÍAZ & LIÑERO-ARANA 2006; DÍAZ-DÍAZ *et al.* 2012, 2013b, 2013c), trabajos en los que se proporciona información valiosa sobre la relación de estos anélidos con variables ambientales, especialmente con las características físico-químicas del sedimento, y su potencial uso como indicadores de estado ecológico (ELIAS *et al.* 2003), con excepción del estudio de DÍAZ-DÍAZ & LIÑERO-ARANA (2006), donde estas variables no fueron consideradas dada la naturaleza del sustrato.

En el golfo de Paria se destacan los estudios sobre la poliquetofauna realizados por LIÑERO-ARANA *et al.* (2010), quienes identificaron 10 especies de poliquetos errantes de la zona estuarina de la costa sur de este golfo. GOBIN (2010) estudió los poliquetos asociados a sustratos duros de cinco islas de Trinidad y Tobago, tres de las cuales se encuentran en el golfo de Paria, donde encontraron 89 especies de 17 familias. En la zona deltaica del río Orinoco que desemboca en el golfo (caño Morocoto), se registró el poliqueto *Ficopomatus uschakovi*, considerado como una especie invasora (LIÑERO-ARANA & DÍAZ-DÍAZ 2012). Por otro lado, LIÑERO-ARANA & DÍAZ-DÍAZ (2013) encontraron 23 especies y 15 nuevos registros para el golfo de Paria.

Las macroalgas representan un importante componente del bentos, integrando según sus tipos morfológicos y características fisiológicas comunidades bien definidas en determinados biótotos; se las puede hallar presentes en sustratos rocosos, areno-fangosos y asociadas a comunidades de coral, pastos marinos y manglares (BOLD & WYNNE 1985; VAN DEN HOEK *et al.* 1995). Las comunidades de macroalgas constituyen una importante fuente de alimentación, refugio y/o sustrato para numerosos invertebrados, tales como briozoos, crustáceos, moluscos y poliquetos (BARRIOS & LEMUS 2000).

En el golfo de Paria se han desarrollado algunos trabajos de investigación sobre las macroalgas marinas, pudiendo mencionarse los trabajos de POST (1963) y HAMMER & GESSNER (1967), quienes registran algunas especies de algas rojas asociadas a raíces de mangle; LEMUS (1979, 1984) estudió varias especies de macroalgas en este golfo, incluyendo descripciones taxonómicas detalladas, nuevos registros para el país y claves de identificación, con un total de 101 especies de macroalgas; otros trabajos importantes son los de CÁRDENAS *et al.* (1990), quienes registraron seis especies de macroalgas; mientras que SOLÉ & BARRIOS (2009), señalaron 159 especies en el catálogo ficoflorístico del golfo de Paria, además de siete nuevos registros.

En este trabajo se estudió por primera vez la poliquetofauna de Macuro (golfo de Paria, Venezuela) y las macroalgas, proporcionando información taxonómica y algunos índices ecológicos para ambas taxocenosis. El golfo de Paria representa un enclave ecológico con variados ambientes marino-costeros, como playas rocosas y arenosas, formaciones deltaicas con sedimentos finos y bosques de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), así como una importante biodiversidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo se realizó del 23 al 25 de mayo de 2014 en 10 estaciones distribuidas en diferentes sitios de la ensenada de Macuro, municipio Valdez, estado Sucre (TABLA 1), la cual tiene una extensión aproximada de 8000 m² y se posiciona dentro de las siguientes coordenadas: 10.662067°N -61.937436°O y 10.661186°N -61.939153°O, encontrándose a pocos kilómetros de Boca de Dragón, al oriente de la península de Paria.

Para el inventario de las macroalgas se recolectaron los especímenes fijos a cualquier tipo de sustrato en la zona intermareal y submareal hasta una profundidad de un metro. El material recolectado se depositó en bolsas plásticas, posteriormente se procesó para separar los invertebrados asociados y eliminar restos de sustrato, las macroalgas se preservaron en formalina al 4% en agua de mar.

Las macroalgas para los estudios cuantitativos se recolectaron de un área delimitada por un cuadrante de 1000 cm² (BOUDOURESQUE 1971), depositándose las mismas en bolsas plásticas; en el laboratorio fueron lavadas para eliminar restos de sustrato y separadas por especie, posteriormente se secaron en una estufa a 105-110 °C por 24 horas (ROMERO 1984) y se pesaron en una balanza para obtener la biomasa en peso seco.

Para el estudio de las macroalgas se revisaron ejemplares completos y cortes histológicos, los cuales se procesaron según la técnica modificada de Womersley (RAMÍREZ 1995), posteriormente fueron examinadas en un microscopio. Para la identificación de las especies se emplearon las claves de TAYLOR (1960), JOLY (1967), LEMUS (1979, 1984) y LITTLER & LITTLER (2000), los nombres científicos se actualizaron con las bases de datos de GUIRY & GUIRY (2024) y la WEB FICOFLORE VENEZUELA (2024). Los datos taxonómicos, ubicación geográfica y valores de biomasa de las macroalgas estudiadas en este trabajo se pueden consultar en línea en la página web del Sistema de Información Biogeográfica del Océano, OBIS (BARRIOS-MONTILLA 2022).

Para la recolecta de poliquetos de fondos blandos se empleó un nucleador de PVC de 15 cm de diámetro, tomándose dos muestras con una penetración de 20 cm en el sustrato por estación, estos sedimentos fueron tamizados de forma consecutiva en una batería de tamices de 1 - 0,5 mm de apertura de malla. Los organismos retenidos se fijaron en formalina al 10% en agua de mar. Por otro lado, también se preservaron los poliquetos obtenidos durante el procesamiento de las macroalgas.

Para la identificación de los poliquetos se realizaron las disecciones de las estructuras con valor diagnóstico, las cuales fueron observadas en el microscopio compuesto inmersas en glicerina, y se emplearon las claves taxonómicas disponibles (FAUCHALD 1977; UEBELACKER & JOHNSON 1984; DÍAZ-DÍAZ & LIÑERO-ARANA 2012; DÍAZ-DÍAZ *et al.* 2012, 2013a; DE LEÓN-GONZÁLEZ *et al.* 2021); la validez de los nombres científicos para macroalgas y poliquetos fue verificada en la base de datos WoRMS (2024).

Como indicadores ecológicos se determinaron la densidad, riqueza específica (S), índice de diversidad de Shannon-Wiener, equidad de Lloyd y Ghelardi e índice de riqueza de especies de Margalef (KREBS 1989; MORENO 2001), utilizando para ello los datos de biomasa en peso seco (macroalgas), número de organismos (poliquetos) y el número de especies por muestra: en el caso de las macroalgas la dominancia se refirió a la especie que presentó mayor biomasa.

TABLA 1.- Ubicación geográfica (World Geodetic System 1984) y tipo de sustrato de las estaciones de recolecta de macroalgas y poliquetos en la ensenada de Macuro, Venezuela.

Estaciones	Latitud	Longitud	Tipo de sustrato
1	10.66076	-61.93758	Fango-arenoso
2	10.66164	-61.93712	Fango-arenoso
3	10.66120	-61.93794	Fango-arenoso
4	10.66135	-61.93631	Rocoso
5	10.66202	-61.93755	Rocoso
6	10.66170	-61.93832	Rocoso
7	10.65991	-61.94099	Arenoso, rocas dispersas
8	10.65856	-61.94220	Arenoso, rocas dispersas
9	10.65791	-61.94271	Arenoso
10	10.65718	-61.94318	Arenoso

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron 23 especies de macroalgas (TABLA 2), distribuidas por Phylum según el esquema Orden-Familia-Género-especie, de la siguiente manera: Chlorophyta (3-5-5-5), Ochrophyta (3-3-4-4) y Rhodophyta (5-7-10-14).

En la TABLA 3 se presenta la información de la biomasa de las macroalgas por especie y total (g/m²) y los parámetros comunitarios. En las estaciones 1, 2 y 3 no se encontraron macroalgas por tratarse de áreas con sedimentos fango-arenosos y en las estaciones 8 y 9 el sustrato era de arena gruesa y rocas pulidas por la erosión (cantos rodados), en un área de fuerte oleaje. La máxima biomasa se obtuvo en la estación 4 (52,81 g/m²) y la mínima en la 7 (1,09 g/m²), la especie más dominante en las estaciones 4 y 5 fue *Padina gymnospora* y la especie más constante en todas las estaciones fue *Centroceras clavulatum*; la riqueza específica presentó un valor máximo de 11 especies en la estación 5. Los valores de diversidad fueron relativamente elevados en las estaciones 4 y 5, y muy bajos en la estación 7 (0,30 bits/ind.), con una diversidad promedio de 1,37 bits/ind., mientras que la equidad fue generalmente alta.

La Rhodophyta *Ceratodictyon variabile* constituye un registro nuevo para el golfo de Paria, y se incorporan 11 nuevos registros para Macuro, algas que al igual que el resto, están presentes en otras zonas del golfo de Paria (SOLÉ & BARRIOS 2009). Las asociaciones de algas mostraron un complicado ensamblaje, con un predominio de algas rojas, formando mantos que sirven de refugio o sustrato para una gran diversidad de invertebrados (moluscos, poliquetos, briozoos, crustáceos y picnogónidos, entre otros taxones).

Los parámetros comunitarios mostraron que las estaciones más cercanas a Macuro están bajo una fuerte tensión ambiental por la presencia de aguas de desecho que caen directamente en esta zona, en tanto que hacia el oriente de la ensenada la porción costera está en mejores condiciones ambientales, como lo evidencia la mayor variedad de macroalgas y valores de diversidad relativamente altos.

En las aguas más profunda de la bahía de Macuro hay un predominio de fondos fango-arenosos que limitan la posibilidad de fijación de macroalgas, al contrario, en el borde costero aledaño al muelle hay una zona con rocas que crean un microambiente adecuado para las algas que puede ser usado para el monitoreo ambiental. La presencia de algas en el golfo de Paria está fuertemente condicionada por la disminución de la salinidad e incremento de la turbidez por el aporte de aguas ricas en sedimentos provenientes del río Orinoco, y por el predominio de sustratos areno-fangosos (LEMUS 1979).

Con relación a los poliquetos, se examinaron 97 ejemplares, identificándose 17 especies pertenecientes a 13 familias, de las cuales las mejor representadas fueron Nereididae y Spionidae con tres especies

TABLA 2.- Lista de especies de macroalgas y poliquetos béticos identificados para la ensenada de Macuro, estado Sucre, Venezuela (*macroalgas-poliquetos asociados).

TAXON	TAXON
Phylum Chlorophyta	Orden Gracilariales
Orden Ulvales	Familia Gracilariaceae
Familia Ulvaceae	* <i>Gracilaria domingensis</i> (Kützinger) Soud. ex Dick., 1874
<i>Ulva intestinalis</i> Linnaeus, 1753	<i>G. occidentalis</i> (Børgesen) Bodard, 1965
Orden Cladophorales	Orden Rhodymeniales
Familia Cladophoraceae	Familia Lomentariaceae
<i>Chaetomorpha nodosa</i> Kützinger, 1849	<i>Ceratodictyon variabile</i> (J. Agardh) Norris, 1987
Orden Bryopsidales	Phylum Annelida
Familia Bryopsidaceae	Orden Orbiniida
<i>Bryopsis plumosa</i> (Hudson) C. Agardh, 1823	Familia Orbiniidae
Familia Caulerpaceae	* <i>Orbinia americana</i> (Day, 1973)
* <i>Caulerpa racemosa</i> (Forsskål) J. Agardh, 1873	Familia Opheliidae
Familia Codiaceae	* <i>Armandia maculata</i> (Webster, 1884)
<i>Codium isthmocladum</i> Vickers, 1905	Orden Phyllodocida
Phylum Ochrophyta	Familia Nereididae
Orden Ectocarpales	<i>Platynereis mucronata</i> (De León-González, Solis-Weiss & Valadez-Rocha, 2001)
Familia Acinetosporaceae	* <i>Perinereis floridana</i> (Ehlers, 1886)
<i>Hincksia mitchelliae</i> (Harvey) Kim, 2010	<i>Nereis</i> sp.
Orden Dictyotales	Familia Nephthyidae
Familia Dictyotaceae	* <i>Nephthys simoni</i> (Perkins, 1980)
<i>Dictyota ciliolata</i> Sonder ex Kützinger, 1859	Familia Glyceridae
* <i>Padina gymnospora</i> (Kützinger) Sonder, 1871	<i>Glycera</i> sp.
Orden Fucales	Familia Pilargidae
Familia Sargassaceae	<i>Ancistrosyllis jonesi</i> (Pettibone, 1966)
<i>Sargassum (Sargassum) vulgare</i> C. Agardh, 1820	Orden Eunicida
Phylum Rhodophyta	Familia Eunicidae
Orden Corallinales	* <i>Eunice lanai</i> (Carrera-Parra & Salazar-Vallejo, 1998)
Familia Hydrolithaceae	Familia Onuphidae
<i>Hydrolithon farinosum</i> (Lam.) Pen. & Cham., 1993	* <i>Kinbergonuphis simoni</i> (Santos, Day & Rice, 1981)
Orden Ceramiales	Familia Lumbrineridae
Familia Ceramiaceae	<i>Scoletoma verrilli</i> (Perkins, 1979)
<i>Centroceras clavulatum</i> (C. Agardh) Montagne, 1846	Orden Spionida
<i>Ceramium cimbricum</i> Petersen, 1924	Familia Magelonidae
<i>Gayliella flaccida</i> (Har. ex Küt.) Cho & McIvor, 2008	* <i>Magelona pettibonae</i> (Jones, 1963)
Familia Rhodomelaceae	Familia Spioniodae
* <i>Acanthophora spicifera</i> (Vahl) Børgesen, 1910	<i>Dispia</i> sp.
<i>Laurencia</i> sp. Lamouroux, 1813	<i>Scolecopsis andradei</i> (Delgado-Blas, Díaz-Díaz & Liñero-Arana, 2009)
<i>Palisada perforata</i> (Bory) Nam, 2007	<i>Pseudopolydora floridensis</i> (Delgado-Blas, 2008)
Orden Gigartinales	Orden Terebellida
Familia Cystocloniaceae	Familia Ampharetidae
* <i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen) Lamouroux, 1813	<i>Melinna maculata</i> (Webster, 1879)
* <i>H. spinella</i> (C. Agardh) Kützinger, 1847	Orden Sabellida
<i>H. valentiae</i> (Turner) Montagne, 1841	Familia Serpulidae
Familia Solieriaceae	<i>Spirobranchus</i> sp.
* <i>Agardhiella subulata</i> (C. Agardh) Kraft & Wynne, 1979	

TABLA 3.- Biomasa de macroalgas por especie y total (g.m-2), dominancia (valor en el recuadro), riqueza específica, diversidad de Shannon-Wiener, equidad y número total de especies por estación en la ensenada de Macuro. El símbolo + indica la presencia de la especie en la estación.

Especies/Estaciones	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Ulva intestinalis</i>	0	0	0	+	0,208	0,182	1,033	0,058
<i>Chaetomorpha nodosa</i>	0	0	0	0,095	0,041	+	0	0
<i>Bryopsis plumosa</i>	0	0	0	0,044	0,034	0	0	0
<i>Caulerpa racemosa</i>	0	0	0	+	+	+	+	0
<i>Codium isthmocladum</i>	0	0	0	+	+	0	0	0
<i>Hinckesia mitchelliae</i>	0	0	0	+	+	0	0	0
<i>Dictyota ciliolata</i>	0	0	0	+	3,705	0	0	0
<i>Padina gymnospora</i>	0	0	0	23,017	10,6	+	+	0
<i>Sargassum vulgare</i>	0	0	0	+	+	0	0	0
<i>Hydrolithon farinosum</i>	0	0	0	+	0	0	0	0
<i>Centroceras clavulatum</i>	0	0	0	0,081	0,368	2,308	0,058	0,358
<i>Ceramium cimbricum</i>	0	0	0	+	+	0	+	0
<i>Gayliella flaccida</i>	0	0	0	0,008	+	+	0	0
<i>Acanthophora spicifera</i>	0	0	0	12,128	2,24	1,448	+	0
<i>Laurencia sp.</i>	0	0	0	+	+	0	0	0
<i>Palisada perforata</i>	0	0	0	9,103	1,81	0,153	0	0
<i>Hypnea musciformis</i>	0	0	0	+	0,058	0,041	0	0,836
<i>Hypnea spinella</i>	0	0	0	1,207	0,362	+	+	0
<i>Hypnea valentiae</i>	0	0	0	+	0	0	0	0
<i>Agardhiella subulata</i>	0	0	0	+	1,326	0	0	0
<i>Gracilaria domingensis</i>	0	0	0	7,127	+	0	0	0
<i>Gracilaria occidentalis</i>	0	0	0	+	+	0	0	0
<i>Ceratodictyon variable</i>	0	0	0	+	0	0	0	0
Biomasa total	0	0	0	52,809	20,752	4,132	1,091	1,252
Riqueza específica	0	0	0	9	11	5	2	3
Diversidad	0	0	0	2,0	2,0	1,44	0,30	1,11
Equidad	0	0	0	0,63	0,63	0,62	0,30	0,70
Número de especies	0	0	0	23	20	10	7	3

cada una. Se registra por primera vez para Venezuela a *Eunice lanai*, *Perinereis floridana*, *Ancistrosyllis jonesi* y *Pseudopolydora floridensis*, incrementando así el conocimiento de la poliquetofauna del país. Se encontraron siete especies de poliquetos (*Orbinia americana*, *Armandia maculate*, *Perinereis floridana*, *Nephtys simoni*, *Kinbergonuphis simoni*, *Magelona pettibonae* y *Dispio* sp.) asociados a las siguientes macroalgas: *Caulerpa racemosa*, *Padina gymnospora*, *Acanthophora spicifera*, *Hypnea musciformis*, *H. spinella*, *Agardhiella subulata* y *Gracilaria domingensis* (TABLA 2).

Las mayores riquezas y abundancias se encontraron en las estaciones 2, 5 y 5A (Figura 1 y 2). Las especies con mayor abundancia fueron *Armandia maculata*, *Scolecopsis andradei* y *Platynereis mucronata* (TABLA 4). Los mayores valores de diversidad de Shannon-Wiener se encontraron en las estaciones 2 y 5A, y el menor en la 6; resultados similares se obtuvieron para el índice de Margalef. Los mayores valores de equidad fueron encontrados en la estación 2, lo que evidencia una distribución más homogénea en los organismos, contrario a lo que ocurrió en las estaciones 5, 5A y 6 (TABLA 4).

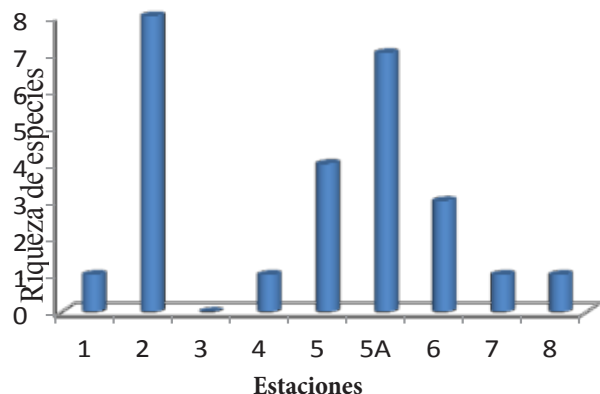


Fig. 2. Densidad de poliquetos por estación en la ensenada de Macuro, estado Sucre, Venezuela.

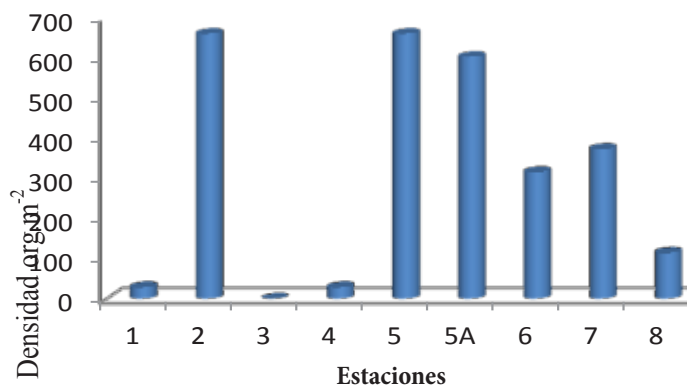


Fig. 1. Número de especies de poliquetos por estación en la ensenada de Macuro, estado Sucre, Venezuela.

Sistemática de nuevos registros de poliquetos para Venezuela

Familia Eunicidae BERTHOLD, 1827

Eunice lanai CARRERA-PARRA & SALAZAR-VALLEJO, 1998

Eunice lanai: CARRERA-PARRA & SALAZAR-VALLEJO, 1998: 13-14, figs. 4A-G.

Material examinado: LBP-IOV: E25/3, 3 ejemplares asociados a las macroalgas *Hypnea spinella* y *Gracilaria domingensis* en la estación 5A.

Caracterización: Prostomio bilobulado anteriormente, con cinco apéndices cefálicos moniliformes (tres antenas y dos palpos), un par de ojos entre las antenas laterales y los palpos. Peristomio casi el doble de largo que el prostomio, con un par de cirros peristomiales articulados, insertos en el margen del anillo peristomial posterior y que alcanzan el margen posterior del prostomio. MI: 1+1; MII: 6+7; MIII: 7+0; MIV: 8+7; MV: 1+1. Branquias pectinadas presentes entre los setígeros 6 y 27, con hasta ocho filamentos. Cirros dorsales anteriores articulados, los posteriores lisos; los ventrales globulares en los setígeros anteriores, ahusado en los medios y digitiformes en los posteriores. Acícula amarilla distalmente con una pequeña escotadura que le confiere una apariencia bífida; setas limbadas, pectinadas heterodontas y falcíferas bidentadas; ganchos subaciculares tridentados presentes desde el setígero 25.

Distribución conocida: México (Localidad tipo: Quintana Roo) y Venezuela (esta publicación).

Comentarios: las características de los ejemplares examinados coinciden plenamente con las señaladas en la descripción original. Este es el primer registro de la especie para Venezuela y el Caribe sur.

Familia Pilargidae DE SAINT-JOSEPH, 1899

Ancistrosyllis jonesi PETTIBONE, 1966

Ancistrosyllis jonesi: PETTIBONE, 1966: 173, figs. 9a-d, 10a-e; GARDINER, 1976: 124; fig. 9i-o; WOLF, 1984: 29/19-22, fig. 29-18a-g.

Material examinado: LBP-IOV: A15/2, 2 ejemplares, estación 2.

Caracterización: Cuerpo moderadamente papilado dorsalmente, incluido el prostomio, ventralmente liso. Prostomio con antena media corta, papilada; antenas laterales bien desarrolladas, con la misma longitud que el cirro dorsal del setígero 1; palpos cortos, no sobrepasan el margen anterior del prostomio, con palpostilos pequeños. Dos pares de cirros anteriores de igual longitud. Cirro parapodial dorsal cónico,

el del primer setígero ligeramente más largo que los subsiguientes; cirro ventral de igual longitud que el dorsal, presentes desde el setígero 3. Notoganchos aciculares presentes desde el setígero 6; neurosetas simples, ligeramente recurvadas, las superiores más largas que las inferiores, distalmente bidentadas y con el margen subdistal serrado; más cortas y gruesas en los setígeros posteriores. Pigidio con pocas papilas dorsales y un par de cirros anales.

Distribución conocida: Costa oriental atlántica de Estados Unidos (Localidad tipo: Maryland) Gran Caribe (PETTIBONE 1966), Florida, Louisiana, Texas y golfo de México (GARDINER 1976; WOLF 1984) y Venezuela (esta publicación).

Comentarios: Esta especie ha sido registrada en sedimento blandos variables (arena gruesa, fina, arcillosa, limo-arcilloso y arcilla-limosa). Habita en fondos someros entre 10 y 54 m de profundidad, incluso se ha registrado en zonas con influencia de aguas continentales (PETTIBONE 1966).

Familia Nereididae BLAINVILLE, 1818

Perinereis floridana EHLERS, 1868

Nereis floridana: EHLERS 1868; 503

Perinereis floridana: SALAZAR-VALLEJO & JIMÉNEZ-CUETO 1997: 367; DE LEÓN GONZÁLEZ & SOLÍS-WEISS 1998: 683-684, figs. 6A-E, 7A-E.

Material examinado: LBP-IOV: N45/1, 1 ejemplar asociado a la macroalga *Padina gymnospora* en la estación 5A.

Caracterización: Prostomio con dos pares de ojos, antenas frontales cirriformes, palpos biarticulados con palpostilos cónicos. Cuatro pares de cirros anteriores, el dorsal se extiende posteriormente hasta el setígero 6. Faringe con paragnatos dispuestos en áreas de la siguiente manera: I: 2 conos; II: con 9 conos en dos hileras; III: 16 conos dispuesto en un óvalo; IV: 18 paragnatos dispuestos en líneas curvas; V: un cono; VI: barra transversa corta; VII-VIII: hasta 24 conos en dos hileras. Lígula notopodial dorsal en setígeros anteriores, distalmente delgado y truncado en setígeros medios; lóbulo postsetal neuropodial redondeado en setígeros posteriores, y lígula ventral subulada. Cirro dorsal y ventral subigual, el dorsal inserto distalmente y el ventralmente proximalmente. Las setas notopodiales supraciculares son espinígeros homogonfos; las setas supraciculares neuropodiales son espinígeros homogonfos y falcígeros heterogonfos; las neurosetas subaciculares son falcígeros y espinígeros heterogonfos.

Distribución conocida: Florida, USA (Localidad tipo: Los Cayos), golfo de México, mar Caribe, Quintana Roo (México) y Venezuela (esta publicación).

Comentarios: La especie ha sido registrada en fondos variados en el intermareal y submareal, habitando bajo rocas y rocas coralinas, también en fondos blandos (SALAZAR-VALLEJO & JIMÉNEZ-CUETO 1997; DE LEÓN GONZÁLEZ & SOLÍS-WEISS 1998) y en este registro asociada a la macroalga *Padina gymnospora*.

Familia Spionidae GRUBE, 1850

Pseudopolydora floridensis DELGADO-BLAS, 2008

Pseudopolydora floridensis DELGADO-BLAS, 2008: 14-16, fig. 5a-l.

Material examinado: LBP-IOV: S57/114; 114 ejemplares; estación 2.

Caracterización: Prostomio con extremo anterior en forma de T, dos pares de ojos en arreglo trapezoidal; carúncula extendiéndose posteriormente hasta el setígero 7. Antena occipital presente.

TABLA 4.- Densidad de poliquetos (ind.m-2) e indicadores ecológicos por estación en la ensenada de Macuro (5A: poliquetos asociados a macroalgas en la estación 5).

Especies/Estaciones	1	2	3	4	5	5A	6	7	8
<i>Orbinia americana</i>	0	29	0	0	0	29	0	0	0
<i>Armandia maculata</i>	0	0	0	0	0	371	257	0	0
<i>Platynereis mucronata</i>	0	0	0	0	514	0	0	0	0
<i>Perinereis floridana</i>	0	0	0	0	0	29	0	0	0
<i>Nereis</i> sp.	0	86	0	0	29	0	0	0	0
<i>Nephtys simoni</i>	0	0	0	0	0	29	0	0	0
<i>Glycera</i> sp.	0	86	0	0	0	0	29	0	0
<i>Ancistrosyllis jonesi</i>	0	57	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eunice lanai</i>	0	0	0	0	0	86	0	0	0
<i>Kinbergonuphis simoni</i>	29	86	0	0	0	29	0	0	0
<i>Scoletoma verrilli</i>	0	171	0	0	0	0	0	0	0
<i>Magelona pettibonae</i>	0	0	0	0	0	29	29	0	0
<i>Dispio</i> sp.	0	0	0	0	86	0	0	0	0
<i>Scolecopsis andradei</i>	0	0	0	29	0	0	0	371	114
<i>Pseudopolydora floridensis</i>	0	114	0	0	0	0	0	0	0
<i>Melinna maculata</i>	0	29	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomatoleios</i> sp.	0	0	0	0	29	0	0	0	0
Abundancia	29	658	0	29	629	602	315	371	114
Riqueza específica	1	8	0	1	4	7	3	1	1
Índice de Margalef	0	2,233	0	0	0,957	1,971	0,834	0	0
Diversidad	0	2,794	0	0	1,053	1,875	0,866	0	0
Equidad	0	0,931	0	0	0,527	0,668	0,546	0	0

Peristomio expandido lateralmente. Palpos extendiéndose posteriormente hasta el setígero 14. Setígero 1 no fusionado al peristomio, con lamelas notopodiales cirriiformes largas y lamelas neuropodiales triangulares; lamelas neuropodiales más largas que los segmentos siguientes; notosetas ausentes, neurosetas unilimbadas presentes. Setígeros 2-4 con setas unilimbadas dispuestas en dos filas: setas más cortas y gruesas en la fila anterior; fila posterior más larga que la fila anterior; en los segmentos medio y posterior con penachos de setas unilimbadas y setas dentadas. Neuropodios de los setígeros 2-4, 6 y 7 con fascículo denso de setas capilares anchas bilimbadas. Ganchos bidentados encapuchados del setígero 8, hasta 25 ganchos por fascículo. Setígero 5 similar en tamaño y forma a los setígeros 4 y 6; lamelas postsetales notopodiales y neuropodiales bien desarrolladas; con capilares dorsales unilimbados geniculados superiores, menos en número que las setas de los setígeros 4 o 6, y capilares ventrales alados. Dos tipos de espinas principales dispuestas en una doble fila en forma de U, con espinas pendonadas con punta curvada y constricción entre la punta y el eje en la fila externa, y espinas falcadas con una protuberancia subterminal en la fila interna. Branquias en los setígeros 7-38; todas basalmente libres de láminas notopodiales. Bolsas glandulares más grandes y pareadas en segmentos a partir del setígero 6-7.

Distribución conocida: Florida, USA (Localidad tipo: Worth Lagoon) y Venezuela (esta publicación).

Comentarios. En este estudio la especie fue encontrada habitando en tubos frágiles en fondos fango-arenosos. La especie se caracteriza principalmente por el arreglo de las espinas modificadas del quinto setígero y por la morfología de las mismas. Este constituye el primer registro de *P. floridana* para el Caribe sur.

A pesar de tratarse de un estudio puntual, se considera relevante la identificación de 17 especies de poliquetos, y aunque algunas especies ya habían sido recolectadas para sustratos blandos en esta zona, como *Melinna maculata* (DÍAZ-DÍAZ & LIÑERO-ARANA 2012), es notable el hecho de encontrarse cuatro nuevos registros para Venezuela. MARTÍN & DÍAZ (2007) señalaron que los poliquetos pueden representar hasta el 84% de la abundancia total de los organismos bénticos recolectados en el golfo de Paria y delta del Orinoco.

En el área de estudio la abundancia y diversidad de especies fue muy baja (a excepción de las pocas estaciones con sustrato rocoso, con una rica comunidad de invertebrados asociados a las macroalgas), relacionado posiblemente con la granulometría del sedimento, observándose en la mayoría de las estaciones un sustrato de tipo fango-arenoso, el cual impide la colonización de numerosas especies macroinfaunales, ya que el sedimento fino obstruye los sistemas de intercambio gaseoso. En la interpretación de los resultados faunísticos es sumamente importante la granulometría del sedimento, contenido de materia orgánica e hidrocarburos (HARTLEY 1982; WARWICK 1986), ya que el sedimento constituye uno de los factores que más influye en la distribución de las comunidades macroinfaunales.

Cuando comparamos comunidades de invertebrados de sitios distintos, dentro del contexto del modelo de Pearson-Rosenberg (MAGNI *et al.* 2009), es importante considerar que la influencia del enriquecimiento orgánico puede variar entre éstos. Para la comunidad de poliquetos bénticos, la distribución de los granos de sedimento suele ser muy importante, ya que son los espacios intersticiales los que definen la naturaleza física del hábitat, lo que a su vez determinará que la movilización y estrategia de alimentación de los poliquetos sea más o menos exitosa (DÍAZ-DÍAZ *et al.* 2013a).

Los poliquetos son por lo general poco sensibles a la contaminación, al contrario de otros invertebrados (WARWICK & CLARKE 1994), lo cual concuerda con los resultados de este estudio, ya que los poliquetos fueron los más abundantes y diversos del grupo de organismos recolectados en las zonas donde se evidenció un mayor efecto antrópico debido a la entrada de aguas servidas (presencia de abundantes algas ulvales, indicadoras de enriquecimiento orgánico), aunque con poca cantidad de organismos y especies. Por otra parte, ROACH *et al.* (2001) señalaron que la composición de la comunidad béntica y los diferentes taxones presentan diferencias significativas entre zonas con sedimentos finos.

Varias especies de poliquetos hallados en este trabajo son más abundantes en áreas rocosas con predominio de macroalgas, ya que estas constituyen un sustrato adecuado para su desarrollo, en el que disponen de mayores fuentes de nutrientes y zonas de resguardo contra la depredación. El conocimiento de los ensambles de poliquetos en las frondes de las algas intermareales es relevante para caracterizar algunos hábitats bénticos en los que dominan estas comunidades (BATES & DE WREEDE 2007), siendo la complejidad estructural de las algas el regulador más importante en el establecimiento de los poliquetos (BATES 2009).

Durante un estudio de poliquetos asociados a macroalgas intermareales realizado en el Caribe colombiano, QUIRÓS-RODRÍGUEZ (2013) encontraron 19 especies de poliquetos en 24 especies de algas rojas, los cuales son comunes en fondos blandos y rocosos, sugiriendo una adaptación de los poliquetos para sobrevivir entre los mantos algales, y al igual que en el presente estudio, encontraron macroalgas de morfología compleja como *A. spicifera*, *H. musciformis*, *H. spinella* y *G. domingensis* con poliquetos viviendo entre sus frondas. Las macroalgas en escalas espaciales pequeñas son estructuradoras de hábitat para muchos componentes de la fauna (GARCÍA-CHARTON *et al.* 2000), y la arquitectura algal intrincada, que ofrece una superficie relativamente amplia en un área pequeña, es uno de los factores que favorece una mayor diversidad de organismos asociados (CHEMELLO & MILAZZO 2002).

Se considera a la ensenada de Macuro, por los valores comunitarios observados tanto en macroalgas como poliquetos, como una zona moderadamente afectada por contaminación de tipo orgánica de origen antrópico, a pesar de ello se han encontrado nuevas especies de poliquetos para el país, lo cual evidencia la

necesidad de profundizar en los estudios taxonómicos de este importante grupo de invertebrados en áreas costeras poco exploradas en Venezuela como el golfo de Paria.

REFERENCIAS

- BATES, C. 2009. Host taxonomic relatedness and functional group affiliation as predictors of seaweed-invertebrate epifauna associations. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 387: 125-136.
- BATES, C. & R. DE WREEDE. 2007. Do changes in seaweed biodiversity influence associated invertebrate epifauna?. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 344: 206-214.
- BARRIOS, J. & A. LEMUS. 2000. Estructura y dinámica de comunidades asociadas a cultivos de *Gracilariopsis tenuifrons* (Gracilariales) en Chacopata, Sucre, Venezuela. I: Inventario faunístico. *Rev. Biol. Trop.*, 48(Supl.1): 137-143.
- BARRIOS-MONTILLA, J. 2022. Macroalgas de la bahía de Macuro, estado Sucre, Venezuela. Estudio de línea base previo a la mejora del muelle de Macuro. v1.6. Caribbean OBIS Node. Dataset/Samplingevent. https://ipt.iobis.org/caribbeanobis/resource?r=iov_udo_macroalgas_macuro&v=1.6 <https://doi.org/10.15468/trgus4> (revisada octubre 2024).
- BERTHOLD, A.A. 1827. *Natürliche Familien des Thierreichs aus dem Franzosischen. Mit Anmerkungen und Zusätzen*. Landes-Industrie Comptoirs, Weimar, 606 pp.
- BLAINVILLE, H.M.D. DE. 1818. Mémoire sur la classe des Sétipodes, partie des Vers à sang rouge de M. Cuvier, et des Annélides de M. de Lamarck. *Bull. Sci. Soc. Phil. Paris*. 1818: 78-85.
- BOLD, H. & M. WYNNE. 1985. *Introduction to the algae*. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. 720 pp.
- BONE, D. 1991. Comparación de características y eficiencia del muestreador entre estudios sobre macrobentos asociados a praderas de *Thalassia testudinum*. *Ecotrópicos*, 4(2): 68-76.
- BONE, D. & G. SAN MARTÍN. 2003. Ecological aspects of syllids (Annelida: Polychaeta: Syllidae) on *Thalassia testudinum* beds in Venezuela. *Hydrobiologia*, 496: 289-296.
- BOUDOURESQUE, C. 1971. Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). *Tethys*, 3(1): 79-104.
- CÁRDENAS, J., F. VARELA, F. CARVAJAL, J. CAPELO & J. VELÁSQUEZ. 1990. *Informe sobre las actividades realizadas durante la salida a la península de Paria del 10 al 16 de abril, con motivo del censo pesquero de 1990*. EDIMAR, Fundación La Salle. 61 pp.
- CARRERA-PARRA, L. & S. SALAZAR-VALLEJO. 1998. A new genus and 12 new species of *Eunicidae* (Polychaeta) from the Caribbean Sea. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, 78:145-182.
- CHEMELLO, R. & M. MILAZZO. 2002. Effect of algal architecture on associated fauna: some evidence from phytal molluscs. *Mar. Biol.*, 140: 981-990.
- DE LEÓN-GONZÁLEZ, J. & V. SOLÍS-WEISS. 1998. The genus *Perinereis* (Polychaeta: Nereididae) from Mexican littoral waters, including the description of three new species and the redescrptions of *P. anderssoni* and *P. elenacasoae*. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 111: 674-693.
- DE LEÓN-GONZÁLEZ, J., J. BASTIDA-ZAVALA, L. CARRERA-PARRA, M. GARCÍA-GARZA, S. SALAZAR-VALLEJO, V. SOLÍS-WEISS & M. TOVAR-HERNÁNDEZ. 2021. *Anélidos marinos de México y América Tropical*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. 1054 pp.
- DELGADO-BLAS, V. 2008. *Polydora* and related genera (Polychaeta: Spionidae) from the Grand Caribbean region. *J. Nat. Hist.*, 42(1): 1-19.

- DÍAZ-DÍAZ, O. & I. LIÑERO-ARANA. 2006. Estructura de la comunidad de poliquetos asociados a substratos artificiales en tres localidades del golfo de Cariaco, Venezuela. *Saber*, 18(1): 3-10.
- DÍAZ-DÍAZ, O. & I. LIÑERO-ARANA. 2012. *Ampharetidae Malmgren*, 1867 (Annelida: Polychaeta) de Venezuela. *Bol. Invest. Mar. Cost. (INVEMAR)*, 41: 165-177.
- DÍAZ-DÍAZ, O., V. VANEGAS-ESPINOSA, A. CÁRDENAS-OLIVA & I. LIÑERO-ARANA. 2012. Orbiniidae Hartman, 1942 (Annelida: Polychaeta) de las costas de Venezuela. *Biota Colombiana*, 13: 3-20.
- DÍAZ-DÍAZ, O., I. LIÑERO-ARANA, C. LASSO & J. MORA-DAY. 2013a. Poliquetos sedentarios de la zona estuarina de los caños Mánamo y Pedernales (delta del Orinoco) y río Guanipa (costa sur del golfo de Paria), Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.*, 52(1): 52-61.
- DÍAZ-DÍAZ, O., I. LIÑERO-ARANA, L. TROCCOLI, M. JIMÉNEZ-PRieto, T. ALLEN & L. PEREDA. 2013b. Estructura comunitaria de la macrofauna bentónica de Caño Mánamo *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.*, 52(1): 131-143.
- DÍAZ-DÍAZ, O., L. TROCCOLI & O. DÍAZ-PÉREZ. 2013c. Estructura de la comunidad de poliquetos de fondos blandos en tres localidades de la bahía de Mochima, Venezuela. *Scientia*, 23(2): 65-88.
- DÍAZ-DÍAZ, O. & N. ROZBACZYLO. 2021a. *Poliquetos bentónicos en Chile asociados a hábitats vulnerables*. Eds. Díaz-Díaz, O. & N. Rozbaczylo. Santiago, Chile, 220 pp.
- DÍAZ-DÍAZ, O. & N. ROZBACZYLO. 2021b. *Poliquetos bentónicos en Chile y su relación como indicadores de estado ecológico*. Eds. Díaz-Díaz, O. & N. Rozbaczylo. Santiago, Chile, 156 pp.
- EHLERS, E.H. 1868. *Die Borstenwürmer (Annelida Chaetopoda) nach systematischen und anatomischen Untersuchungen dargestellt*. Wilh. Engel., Leipzig. 2. pp. 269-748.
- ELIAS, R., M. RIVERO & E. VALLARINO. 2003. Sewage impact on the composition and distribution of polychaeta associated to intertidal mussel beds of the Mar del Plata rocky shore, Argentina. *Iheringia, Sér. Zool.*, 93(3): 309-318.
- FAUCHALD, K. 1977. Polychaetes from intertidal areas in Panama, with a review of previous shallow-water records. *Smith. Cont. Zool.*, 221: 1-81.
- GARCÍA-CHARTON, J., I. WILLIAMS, A. PÉREZ-RUZAFÁ, M. MILAZZO, R. CHEMELLO, C. MARCOS, M. KITSOS, A. KOUKOURAS & S. RIGGIO. 2000. EVALUATING THE ECOLOGICAL EFFECTS OF MEDITERRANEAN MARINE RESERVES: HABITAT, SCALE AND THE NATURAL VARIABILITY OF ECOSYSTEMS. *Environ. Conserv.*, 27:179-199.
- GARDINER, S. 1976. Errant polychaetes from North Carolina. *J. Elisha Mitchel Sci. Soc.*, 91(3): 77-220.
- GOBIN, J. 2010. Free-living marine polychaetes (Annelida) inhabiting hard-bottom substrates in Trinidad and Tobago, West Indies. *Rev. Biol. Trop.*, 58(1): 147-157.
- GRUBE, A.E. 1850. Die Familien der Anneliden. *Arch. Nat. Berlin*, 16(1): 249-364.
- GUIRY, M. & G. GUIRY. 2024. Algaebase.org. Publicación electrónica. National University of Ireland, Galway. Disponible en <https://www.algaebase.org> (revisado octubre 2024).
- HAMMER, L. & F. GESSNER. 1967. La taxonomía de la vegetación marina en la costa oriental de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 6(2):186-265.
- HARTLEY, J. 1982. Methods for monitoring offshore macrobenthos. *Mar. Pollut. Bull.*, 13(5): 150-154.
- JOLY, A. 1967. *Géneros de algas marinhas da costa atlântica latino-americana*. Edit. Universidad de São Paulo, Brasil. 461 pp.

- KREBS, C. 1989. *Ecological methodology*. Ed. Harper & Row, Publisher Nueva York (USA). 654 pp.
- LEMUS, A. 1979. Las algas marinas del golfo de Paria, Venezuela. I. Chlorophyta y Phaeophyta. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 18: 17-36.
- LEMUS, A. 1984. Las algas marinas del golfo de Paria, Venezuela. II. Rhodophyta. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 23(1-2): 55-112.
- LIÑERO-ARANA, I., O. DÍAZ-DÍAZ, C. LASSO & J. MORA-DAY. 2010. Poliquetos errantes de la zona estuarina de los caños Mánamo y Pedernales (delta del Orinoco) y río Guanipa (costa sur del golfo de Paria), Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.*, 49(1): 23-39.
- LIÑERO-ARANA, I. & O. DÍAZ-DÍAZ. 2012. Presencia del poliqueto exótico *Ficopomatus uschakovi* (Polychaeta: Serpulidae) en Venezuela: descripción y comentarios sobre su distribución. *Interciencia*, 37(3): 234-237.
- LIÑERO-ARANA, I. & O. DÍAZ-DÍAZ. 2013. Poliquetos bentónicos de algunos caños de la costa sur del golfo de Paria, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.*, 52(2): 3-10.
- LITTLER, D. & M. LITTLER. 2000. *Caribbean reef plants*. Offshore Graphics. Washington D.C. 542 pp.
- MAGNI, P., D. TAGLIAPIETRA, C. LARDICCI, L. BALTHIS, A. CASTELLI, S. COMO, G. FRANGIPANE, G. GIORDANI, J. HYLAND, F. MALTAGLIATI, G. PESSA, A. RISMONDO, M. TATARANNI, P. TOMASSETTI & P. VIAROLI. 2009. Animal-sediment relationships: Evaluating the 'Pearson-Rosenberg paradigm' in Mediterranean coastal lagoons. *Mar. Poll. Bull.*, 58(4): 478-486. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.12.0>
- MARTÍN, A. & Y. DÍAZ. 2007. Biodiversidad de crustáceos peracáridos del delta del río Orinoco, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 55(1): 87-102.
- MORENO, C. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M & T. Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza. 84 pp.
- PETTIBONE, M. 1966. Revision of the Pilargidae (Annelida: Polychaeta) including descriptions of new species, and redescription of the pelagic *Podarmus ploa* Chamberlin (Polynoidae). *Proc. US. Natl. Mus.*, 118(3525):155-207.
- POST, E. 1963. Zur verbreitung und ökologie der *Bostrychia-Caloglossa* assoziation. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.*, 48: 47-152.
- QUIRÓS-RODRÍGUEZ, J., P. DUEÑAS-RAMÍREZ & N. HERNANDO-CAMPOS. 2013. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) asociados a algas rojas intermareales de Córdoba, Caribe Colombiano. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 48(1): 87-98.
- RAMÍREZ, M. 1995. *Recolección y colecciones científicas de macroalgas marinas*. En: *Manual de Métodos Ficológicos*. Eds. Alveal, K., M.E. Ferrario, E.C. Oliveira & E. Sar. Universidad de Concepción. Chile. 417-428.
- RHOADS, D. & L. BOYER. 1982. *The effects of marine benthos on physical properties of sediments. A successional perspective*. En: *Animal-sediment relations*. Eds. McCall P.L. & M.J.S. Tevesz. Yale, Plenum Publ. Corporation. pp. 3-52.
- ROACH, A., A. JONES & A. MURRAY. 2001. Using benthic recruitment to assess the significance of contaminated sediments: The influence of taxonomic resolution. *Environ. Poll.*, 112: 131-143.
- ROMERO, J. 1984. Biomasa de comunidades de algas bentónicas de las islas Medes (Girona). *Oecol. Aquat.*, 5: 87-93.

- RYGGS, B. 1985. Distribution of species along pollution-induced diversity gradients in benthic communities in Norwegian fjords. *Mar. Pol. Bul.*, 16: 469-474.
- SAINT-JOSEPH, A. DE. 1899. Note sur une nouvelle famille d'Annélides Polychètes. *Bull. Mus. Hist. Nat. Paris*. 5: 41-42.
- SALAZAR-VALLEJO, S. & M. JIMÉNEZ-CUETO. 1997. Neréidos (Polychaeta) del Caribe mexicano con una clave para las especies del Gran Caribe. *Rev. Biol. Trop.*, 44/45: 361-377.
- SOLÉ, M. & J. BARRIOS. 2009. Catálogo de las macroalgas marinas del golfo de Paria y delta del Orinoco, Venezuela. *Mem. Soc. Cs. Nat. La Salle*, 171:75-88.
- TAYLOR, W. 1960. *Marine algae of the eastern tropical and subtropical coast of the Americas*. Lord Baltimore Press, INC., Universidad de Michigan. 870 pp.
- UEBELACKER, J. & P. JOHNSON. 1984. *Taxonomic guide to the polychaetes of the northern gulf of Mexico*. Final report to the Minerals Management Service, contract 14-12-001-29091. Barry A. Vittor & Associates, Inc., Mobile, Alabama. 503 pp.
- VAN DEN HOEK, C., D. MANN & H. JAHNS. 1995. *Algae: Introduction to Phycology*. University Press, Cambridge. 563 pp.
- WARWICK, R. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar. Biol.*, 92: 557-562.
- WARWICK, R. & K. CLARKE. 1994. Relearning the ABC: Taxonomic changes and abundance biomass relationships in disturbed benthic communities. *Mar. Biol.*, 118: 739-744.
- WEB FICOFLORA VENEZUELA. 2024. *Catálogo digital de la ficoflora de Venezuela*. Publicación electrónica. Universidad Central de Venezuela, Caracas. Eds. Gómez, S., Y. Carballo-Barrera, M. García & N. Gil-Luna. Disponible en <https://www.ficofloravenezuela.info.ve/public/index.php> (revisada octubre 2024).
- WOLF, P. 1984. *Family Pilargidae* Saint Joseph, 1899. En: *Taxonomic Guide to the Polychaetes of the Northern Gulf of Mexico*. Eds. Uebelacker J.M. & Johnson P.G. Barry A. Vittor, Mobile, 7 vols. 29:1-41.
- WoRMS. 2024. World Register of Marine Species. Publicación electrónica. Disponible en <http://www.marinespecies.org>. (revisada octubre 2024).

Recibido: Septiembre 2024

Aceptado: Octubre 2024

POLYCHAETES BIODIVERSITY ASSOCIATED TO CORAL REEF-TYPE SEDIMENTS: A LONG-TERM STUDY

DAVID BONE¹, ADRIANA LÓPEZ-ORDAZ^{1*}, OSCAR DÍAZ-DÍAZ² & CARLOS BRETT¹

¹ *Laboratorio de Bentos Marino, ECOMAR, Departamento de Biología de Organismos, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.*

dbone@usb.ve, <https://orcid.org/0000-0003-3030-0832>

**Autor de correspondencia: adrilopez@usb.ve, <https://orcid.org/0000-0001-9852-0976>
cjabrett@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1833-5082>*

² *FAUNAMAR Ltda. Consultorías Medio Ambientales e Investigación Marina, Santiago, Chile.
ofdiazd@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6385-1599>*

ABSTRACT: We established a long-term monitoring program in pristine coral reef environments, targeting soft-bottom polychaetes as indicators of natural changes in their biodiversity patterns. This study allowed us to gather base-line information of richness, abundance and spatial-temporal variations of macrofaunal polychaetes, and associate these with sediment reef variables. Two sampling campaigns/year were conducted at seven stations, from 2009-2013. Sediment samples were collected near colonies of *Orbicella faveolata*. In the laboratory, macrofaunal samples were sieved, sorted, and preserved in Ethanol (70%). Sediment parameters were studied following standard laboratory protocols. All reef sediments had high content of sand and CaCO₃ (80-85%), which is typical for reef-type sediments. This long-term study showed that the benthic macrofauna and polychaetes associated with sediments exhibit high biodiversity, and richness but low-density values, which vary in space and time, but no seasonality. A total of 5,349 individuals belonging to 27 taxonomic groups were collected. From those, Polychaetes (representing 18%) were analyzed in further detail. 980 specimens, from 69 species (31 families) were analyzed, from which 17 are new records for Venezuela. Two families presented the highest richness and abundance: Spionidae and Syllidae (6 spp, 28%, and 7 spp., 9% respectively). In terms of abundance, the spionids *Prionospio sp.* and *Prionospio cristata* were the dominant species. A significant decrease in richness and abundance of polychaetes was recorded in April-2012. Likewise, organic carbon values decreased after April-2012. These variations suggest an important change in these environments that was reflected in the polychaete community in all locations.

Key words: Polychaetes, Monitoring programs, calcareous sediments, Los Roques, Spatio-temporal variations.

RESUMEN: Se estableció un programa de monitoreo a largo plazo en arrecifes de coral del PN Archipiélago Los Roques, enfocándose en los poliquetos de sedimentos asociados al arrecife, como indicadores de cambios naturales en sus patrones de biodiversidad. Se evaluó la riqueza, abundancia de poliquetos, sus patrones de variación espacio-temporal, y se describieron variables del sedimento. Se realizaron dos campañas de muestreo/año en siete localidades, durante 2009-2013. Se recolectaron muestras cerca de colonias de *Orbicella faveolata* y en el laboratorio, se tamizaron, clasificaron y preservaron en etanol los organismos y las variables del sedimento se determinaron siguiendo protocolos estándar. Los sedimentos presentaron alto contenido de arena, y CaCO₃ (80-85%), típico de los sedimentos de tipo arrecifal. La macrofauna bentónica y en especial los poliquetos se caracterizaron por una alta riqueza pero baja densidad, observándose variaciones espacio-temporales, sin estacionalidad. Se recolectó un total de 5.349 individuos pertenecientes a 27 grupos taxonómicos. Los poliquetos representaron 18% del total y se identificaron 980 especímenes, 69 especies (31 familias), siendo 17 nuevos registros para Venezuela. Las dos familias mejor representadas, en riqueza y abundancia fueron Spionidae (6 spp, 28%) y Syllidae (7 spp, 9%). Las especies más abundantes fueron los espionidos *Prionospio sp.* y *Prionospio cristata*. Se registró una disminución significativa en abril-2012 en la riqueza y abundancia de poliquetos. Asimismo, los valores de carbono orgánico disminuyeron después de abril-2012. Estas variaciones sugieren un cambio importante en estos ambientes que se vio reflejado en la comunidad de poliquetos en todas las localidades.

Palabras claves: Poliquetos, Monitoreos, Sedimentos calcáreos, Los Roques, variaciones espacio-temporales.

INTRODUCTION

Coral reefs are highly productive biodiversity hotspots that support social and economic development, making their protection to become a socioeconomic and environmental imperative. Global warming along with persistent human impacts are significant threats that have already caused substantial damage (BASTIDAS *et al.* 2012; SOUTER *et al.* 2021). However, there is considerable uncertainty about whether the current economic and social benefits provided by coral reefs can be sustained. For this reason, some emerging management strategies and monitoring programs along with a stronger protection of adjacent habitats need to be vigorously implemented to minimize the damage (STODDART & JOHANNES 1978; HUGHES *et al.* 2003).

Most research has focused on coral reef megafauna (e.g., corals, sponges, fishes, etc.), while the macrofauna associated with sediments of these reef environments has received relatively little attention. Sedimentary habitats, which cover extensive areas adjacent to the prominent coralline structures, are likely critical for cross-habitat exchanges of material and energy. Despite the recognition of the importance of a more integrative approach to coral reef studies, this perspective is rarely reflected in available real-world data (SCHLACHER *et al.* 1998; DEMOPOULOS *et al.* 2014).

Particularly, shallow marine carbonate sediments are well known to support diverse invertebrate assemblages, being at the same time potential shelters and feeding grounds for several fish species (JONES 1984; SUCHANEK & COLLINS 1986; D'ANDREA & LÓPEZ 1997; DEFELICE & PARRISH 2003; IBRAHIM *et al.* 2006; KIM & YU 2022; SIBAJA-CORDERO & TRONCOSO 2024). A variety of them have been identified as predators of different invertebrates who inhabits the reef-adjacent sediments. For example, large teleosts like Haemulidae (grunts), some Lutjanidae (snapper), Mullidae (mulletts), Albulidae (bonefishes), elasmobranchs such as Dasyatidae (rays) and Myliobatididae are known to concentrate their feeding efforts on soft-sediment invertebrates. JONES *et al.* (1990) suggested that the abundance of these fishes may be more dependent on the surrounding soft sediments than on the reef itself and any fluctuation in the quality and quantity of these benthic organisms will directly affect the abundance of demersal fishes that are important fishery resources in the sea. It has also been suggested that the benthic fauna might be used as an integrating indicator of water and sediment quality within a particular area (IBRAHIM *et al.* 2006; GRAY & ELLIOTT 2009). The macrofauna may be used as baseline information in future investigations to study the environmental changes in a specific area.

Studies have demonstrated that the macrofauna associated with coral reef sediments exhibit high diversity and variable densities across both time and space. Polychaetes are one of the most important groups within this macrofauna, serving as a significant food source for many marine organisms, particularly fishes (DEAN 2008; KIM & YU 2022). RIDDLE (1988) reported a diverse fauna associated with coralline sediments in the Australian Great Barrier Reef, where polychaetes were the dominant group. Furthermore, polychaete assemblages are extensively studied in environmental monitoring because these mostly sessile organisms readily integrate the effects of pollutants (DEAN 2008). They represent the most diverse and species-rich invertebrate group in sediments, exhibiting a variety of feeding, motility, and reproductive strategies. These characteristics provide valuable insights into the ecological conditions of specific habitats (GRAY & ELLIOTT 2009; MIKAC *et al.* 2020; KIM & YU 2022).

Several macrofauna inventories are known for reef-type sediments. We found reports from Madagascar (THOMASSIN 1978), Polinesia (SALVAT 1967, 1970, 1972), the Great Barrier Reef (JONES *et al.* 1990; SKILLETER 1991; SKILLETER & UNDERWOOD 1993), Fiji islands (SCHLACHER *et al.* 1998), Gulf of Mexico (DEMOPOULOS *et al.* 2014), South Korea (KIM & YU 2022) very few for the Caribbean (ALLER & DODGE 1974), and recent work in two reef-type environments in Venezuela (BONE & SAN MARTÍN 2003; CHOLLETT & BONE 2007; MARTÍNEZ *et al.* 2014; DIAZ *et al.* 2014, 2015, 2016a, 2016b).

There are few studies on polychaetes associated with coral reefs or as indicators of natural biodiversity associated with corals. Recent studies include GIANGRANDE *et al.* (2020), who consider polychaetes as

habitat formers in both hard and sedimentary bottoms. In the first case, they refer to the importance of sabellarids and serpulids as formers of biogenic structures that serve as refuge for numerous species of marine invertebrates, in addition to the polychaetes themselves. These authors considered the temporal variations of biogenic structures and discuss that the sensitivity and changes in the community structure of polychaetes could contribute to decision-making on protection and management measures for coastal ecosystems. PETROCELLY (2022) and AFKAR *et al.* (2024), who analyzed the association of *Spirobranchus giganteus* and *Spirobranchus* spp. (Serpulidae) with coral health and determined the impact of their presence on the coral reef ecosystem of Moorea, French Polynesia and Indonesia, respectively. YAÑEZ & ASPE (2024) reported the presence of 750 species of polychaetes associated with the coral reefs of the Coral Triangle, which consists of oceanic territories of Indonesia, Malaysia, Papua New Guinea, the Philippines, the Solomon Islands, and Timor-Leste, emphasizing the importance of understanding biodiversity for the successful implementation of management and conservation policies, but also pointing out that polychaetes constitute a valuable resource for an in-depth analysis of marine biodiversity in the Coral Triangle, because this group, although very diverse in the area, continues to be underestimated, which accentuates the importance of this biotic component in any regional analysis of marine biodiversity and thus be able to improve our understanding of benthic processes and provide information that allows us to base conservation decisions in this biologically important and environmentally threatened region.

Most of these studies, however, are short-term and lack the spatial and temporal consistency needed to establish potential biodiversity patterns or to facilitate comparisons under conditions where disturbances of various origins may cause changes. Given the increasing likelihood of impacts on reef environments from both natural and human activities—such as oceanographic anomalies, offshore oil and gas exploration, overfishing, and rising tourism—long-term studies on benthic macrofauna are essential.

In 2009, we established a long-term monitoring program in a pristine coral reef at the Los Roques Archipelago National Park. A component of this program focuses on polychaetes inhabiting soft-bottom areas near the reef, using them as indicators of natural changes in biodiversity patterns. This biodiversity information is critical, as the park has faced continuous threats in recent years. Through this study, we were able to gather baseline data on the richness and abundance of macrofaunal polychaetes, identify patterns of spatial and temporal variation, and associate these patterns with sediment variables in the Los Roques Archipelago National Park.

MATERIALS AND METHODS

Study area

Collection of polychaetes associated with the sediment were sampled from National Park Archipelago Los Roques (NPALR) which is part of a large monitoring program for pristine reef environments that included many other aspects. Los Roques is located 130 km offshore from the Venezuelan coast (11° 58' 36" - 11° 44' 26" N and 66° 57' 26" - 66° 36' 25" W). The survey program was conducted from 2009 to 2013, with two sampling campaigns/year (February-March and August-September) at seven shallow (< 10 m. deep) reef stations, all with calcareous sediments: Gran Roque (GR), Madrisquí (MDQ), Boca del Medio (BM), Rabusquí (RBQ), Sebastopol (SB), Cayo de Agua (CA) Dos Mosquises Sur (DMS) (Fig.1). Five sediment samples for macrofaunal analyses were taken at each station per campaigns, with a PVC corer, pushed side-wise in the sediments (0.01 m²), being bagged and fixed with formaldehyde solution (10%). Three additional samples for sediment analyses were also taken at each station, bagged, and placed into coolers. All samples were taken near large colonies of *Orbicella faveolata*, the dominant species at Los Roques reefs, in order to keep the same criteria for all stations. In the laboratory, macrofaunal samples were sieved through a 1 mm mesh, and preserved in ethanol at 70%. The polychaetes were sorted under a stereo microscope, identified to species level using specialized literature (FAUCHALD 1970; UEBELACKER 1984; DE LEÓN-GONZÁLEZ *et al.* 2009), and quantified for further calculations. Sediment samples were analyzed for granulometry and sediment parameters:

organic matter, organic carbon content, and CaCO_3 content were estimated following standard laboratory sieving protocols (FOLK & WARD 1957; JACKSON 1964; GROSS 1971).

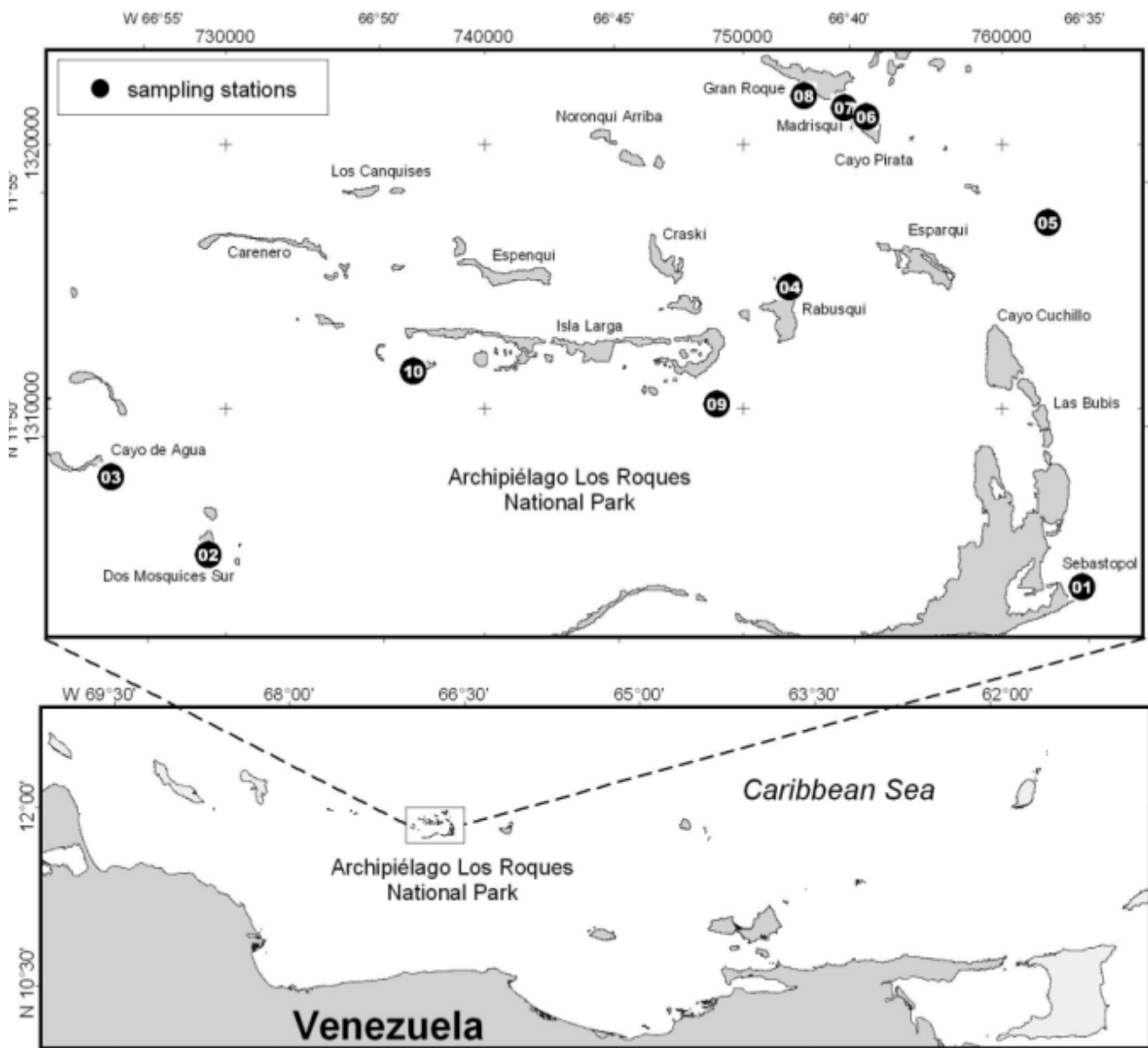


Figure 1. Sampling localities at Los Roques Archipelago National Park. 1) Sebastopol (SB). 2) Dos Mosquises Sur (DMS), 3) Cayo de Agua (CA), 4) Rabusquí (RBQ), 5) Boca del Medio (BM), 6) Madrisquí (MDQ), 7) Gran Roque (GR).

Data Analysis

Sediment samples were analyzed using a Principal Component Analysis. Spatial/temporal patterns variations of polychaete families were evaluated by non-Metric Multidimensional Scaling (nMDS) based on centroids, calculated from the Bray-Curtis similarity matrix, previously, the original abundance data were transformed by the square root. Differences in polychaeta assemblages between stations and sampling dates were tested using permutation-based multivariate analysis of variance PERMANOVA, (CLARKE & GORLEY 2006), based on the Bray-Curtis similarity index and using 9,000 randomizations using locations and sampling as fixed factors. BIOENV analysis was used to identify the most important environmental factors determining macrofaunal distribution patterns. All the analyses were performed with PRIMER v.6.0.

RESULTS

Sediments

In general, all reef sediments showed a consistent pattern at each station and sampling date, with high sand and CaCO_3 content (>85% and 70% respectively) and little variation, which is typical for reef-type sediments (TABLE 1). This low variability is shown in Fig. 2, where the PCA analysis indicates that only the data for the last sampling date (oct-13) clearly separates from the rest. This result is due to high Organic Matter content and low Organic Carbon values. Detailed temporal variations show how Organic Carbon values clearly drop after April-2012, and Organic Matter content increased in the last sampling (Fig. 3).

TABLE 1. Granulometric results for sediment analyses for all years/ sampling dates (F: February, O: October, S: September, A: April).

Year	Month	Gravel (%)	Sand (%)	Mud (%)	CaCO_3 (%)
2009	F	5.55 ± 4.00	90.85 ± 4.57	3.60 ± 1.20	80.79 ± 6.09
	O	7.92 ± 4.99	85.04 ± 6.31	7.04 ± 4.88	80.40 ± 6.34
2010	F	6.74 ± 6.50	86.56 ± 7.11	6.70 ± 4.04	82.94 ± 2.83
	O	5.92 ± 5.71	88.33 ± 8.11	5.75 ± 6.47	80.24 ± 5.06
2011	F	4.22 ± 3.08	89.19 ± 5.33	6.59 ± 3.54	84.13 ± 5.21
	S	4.55 ± 3.65	87.13 ± 4.73	8.32 ± 2.41	82.94 ± 5.35
2012	A	6.36 ± 5.04	87.25 ± 6.06	6.37 ± 5.08	83.41 ± 3.27
	S	4.65 ± 2.60	85.32 ± 4.93	10.04 ± 5.33	80.69 ± 4.59
2013	F	6.01 ± 5.62	88.16 ± 4.56	5.82 ± 3.26	
	O	3.75 ± 3.40	91.64 ± 4.11	4.61 ± 2.08	

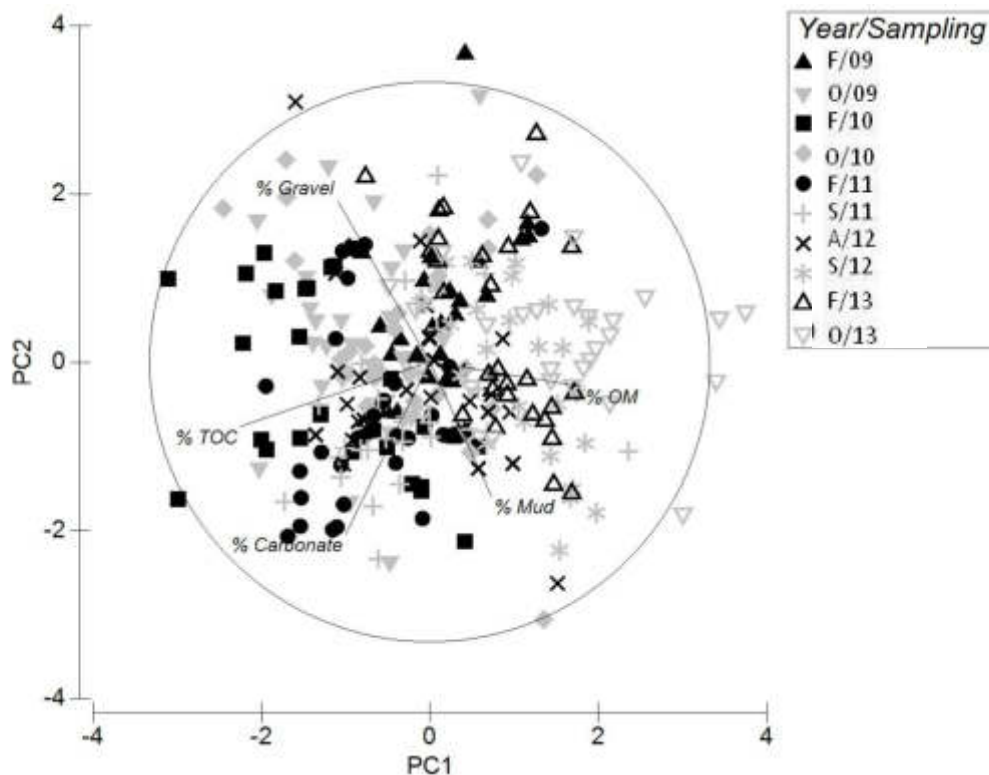


Figure 2. Principal Component Analysis results based on sediment variables for all years/sampling dates (Black symbols corresponding to first sampling/year: F: February and A: April, Grey symbols corresponding to second sampling/year: O: October, S: September).

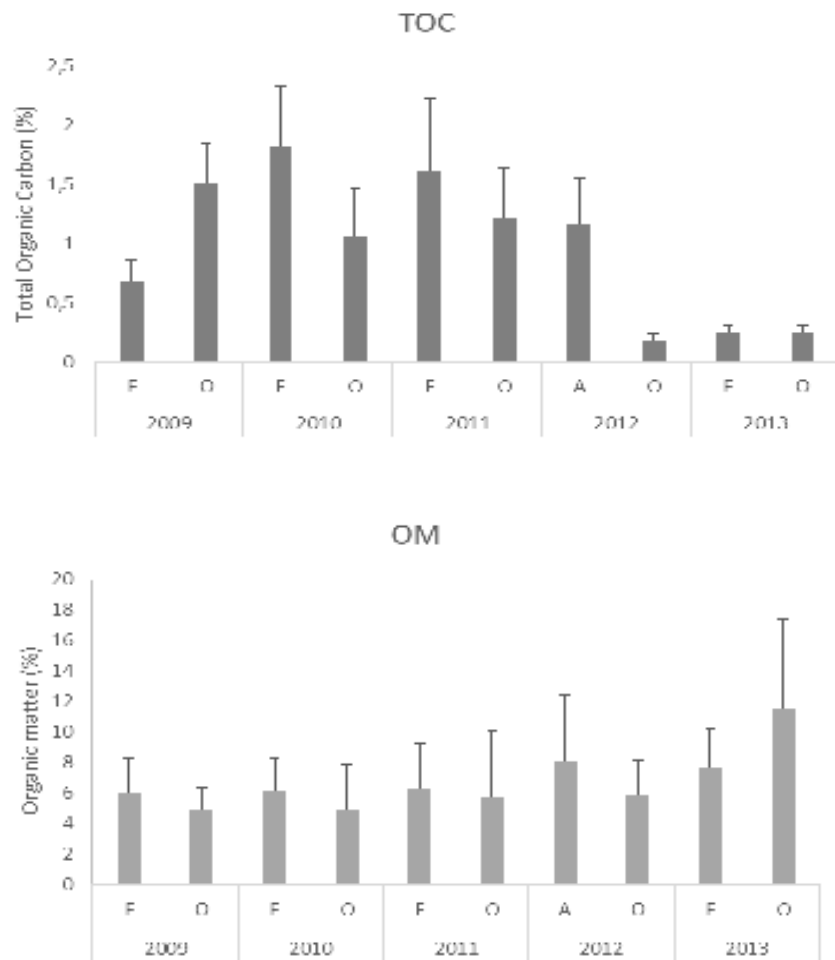


Figure 3. Temporal variations for A) Organic Carbon (OC) and B) Organic Matter (OM) during all the sampling periods.

TABLE 2. Total (number of individuals) and relative abundance (%) for all benthic macrofaunal taxonomical groups.

Groups	Total abundance (N)	Relative abundance (%)
Crustaceans	1727	32.29
Molluscs	1208	22.58
Polychaetes	980	18.32
Nematods	863	16.13
Sipunculids	221	4.13
Echinoderms	135	2.52
Cnidarians	67	1.25
Cephalochordates	36	0.67
Nemerteans	24	0.45
Oligochaetes	59	1.10
Picnogonids	7	0.13
Equiurans	17	0.32
Others	5	0.09
Total	5349	100

Benthic Macrofauna

A total of 5349 individuals belonging to 27 taxonomic groups were collected during the whole sampling period, which stresses the high macrofaunal biodiversity associated with these reef-type sediments. Crustaceans were the most abundant invertebrate group (32%), followed by Molluscs (23%) and Polychaetes (18%). However, the first ones only were present in a few localities in specific samplings. Only Polychaetes were consistent in time and space. Some other groups were also identified but their overall relative abundance was low, representing less than 16% each (TABLE 2).

Polychaetes

980 specimens were analyzed, represented by 69 species belonging to 31 families, from which 17 are new records for Venezuela (TABLE 3). This group was analyzed in further detail as it showed the best presence/absence pattern for all stations and sampling dates of all groups. Two families had a higher abundance and richness: Spionidae and Syllidae (6 spp, 28%, and 7 spp, 9% respectively). Within Spionidae, *Prionospio* sp. and *Prionospio cristata* were the most abundant, whereas for Syllidae, *Syllis* sp. and *Syllis gerlachi* were the best represented species. The rest of the families were present in lower richness and abundance (TABLE 3).

The polychaetes assemblage structure showed significant differences between stations and sampling dates (PERMANOVA, $p=0.001$). In terms of spatial variation, the mean number of species for all stations was 36.5 ± 3.5 species, with a mean abundance value of 132.7 ± 30.3 ind. The lowest richness and abundance values were found at Rabusqui (31 spp., 91 ind.) whereas the highest values were reported for Gran Roque (41 spp.) and Madrisqui (181 ind.), all of them located at the northeastern side of the archipelago. Spatial distribution patterns showed large variation (TABLE 3). Twenty seven species (39%) were present at 6 or more stations (12 were sampled at all stations), showing large range distribution pattern, 14 species, (20%) showed an intermediate distribution pattern (present in 5 or 4 stations), and 28 species (40%) exhibit a short distribution pattern, restricted to 1 or 2 stations, and in very low numbers (1 or 2 ind.).

In terms of temporal variation, mean richness value for all sampling dates was 22.3 ± 6.2 species/date, with the highest value in the last sampling date (33 species). Mean abundance was 86 ± 46.4 ind., with a maximum in March 2011 (147 ind.), and the second highest values in last sampling date, September 2013 (131 ind.). The lowest values for both variables were found in the same sampling date, April 2012 (TABLE 3). In terms of frequency, eleven species were present at 70% or more of the sampling dates (high frequency, hf), fourteen between 69 and 30% (intermediate frequency, if), and the majority, 44 species, had less than 30% low frequency (lf). In terms of abundance, the spionids *Prionospio* sp. and *Prionospio cristata* were the dominant species, followed by *Glycera sphyrabranchia*, *Orbinia americana*, *Aricidea simplex* and *Armandia maculata*, representing all together more than 40% of the total abundance (TABLE 3). These species, together with *Kinberonuphis simony*, *Syllis* sp., *Lysidice* cf. *hebes*, *Sthenelais setosa* and *Linopherus canariensis* were the best represented at the reef-type sediments of Los Roques.

Fig. 4 shows a MDS ordination analysis for the spatial and temporal variation of polychaetes abundance. On a spatial scale, the presence of two groups could be observed, one made up of the samples from DMS and CA and the second made up of the rest of the stations. The largest group, with a similar composition of species, but dominated by *Prionospio cristata*, and a second and smaller group dominated by *Glycera sphyrabranchia*. Only one station stands out individually from the rest (MDQ), defined by the presence of *Prionospio* sp. and *Orbinia americana* in all sampling campaigns (Fig. 4-A).

When analyzing temporal variability (Fig. 4-B), Oct-10 and April-12 samplings formed a separated group, characterized by low richness and abundance. No seasonality was observed, only a decrease in richness from 2009 (44sps.) to 2012 (28sps.) and a subsequent recovery in 2013 (39sps.). In this last year, a change in composition was observed, reporting 15 species that had not been reported in previous samples, of which 4 were new records. It is important to highlight that the decrease in richness and abundance was very pronounced during April 2012 in all locations (Total: 14 species, 21 individuals), reporting significant differences (PERMANOVA, $p > 0.05$) with respect to the other samplings.

TABLE 3. Richness and total abundance for all polychaete species collected at Los Roques. SB: Sebastopol, BM: Boca del Medio, MDQ: Madrisqui, GR: Gran Roque, DMS; Dos Mosquises Sur, CA: Cayo de Agua, 1: March-April, 2: October. (*) new records for Venezuela.

Species	Sites							Years/Sampling						Total	Relative abundance (%)					
	SB	BM	MDQ	GR	RQ	DMS	CA	2009	2010	2011	2012	2013								
<i>Prionospio</i> sp. <i>Prionospio cristata</i> <i>Glycera sphyrabrancha</i> * <i>Orbinia americana</i> <i>Aricidea (Acmira) simplex</i> <i>Armandia maculata</i> <i>Prionospio</i> sp 1 <i>Kinbergonuphis simoni</i> * <i>AxiotHELLa</i> sp. <i>Syllis</i> sp. <i>Lysideice</i> cf. <i>hebes</i> <i>Nereididae</i> sp. A <i>Sthenelais setosa</i> * <i>Linopherus canariensis</i> <i>Cautleriella</i> sp. <i>Paradiatrychone farringtonae</i> <i>Dasybranchus lumbricoides</i> <i>Rashgua lobatus</i> <i>Prionospio</i> sp 2 <i>Kinbergonuphis. pygidialis</i> <i>Naineris setosa</i> <i>Syllis gerlachi</i> <i>Scyphoproctus guadalupensis</i> * <i>Pista</i> sp. <i>Lumbrineris</i> sp. <i>Saccocirrus</i> sp. <i>Laonice</i> sp. <i>Heteropodarke formalis</i> * <i>Magelona uebelackerae</i> *	5	14	33	9	8	7	7	6	9	1	23	10	2	26	83	8.93				
	14	5	15	10	10	14	5	28	22	9	2	12				73	7.86			
	1	2	4	6	3	22	24	8	8	3	12	5	2	6	10	8	62	6.67		
	1	1	30	2	7	11	3	6	1	3	29	7		7	2		55	5.92		
	4	3	3	4	1	16	14	11	4	1	11	4		4	10		45	4.84		
	8	4	13	6	2	5	4	1	1	9	2	2	4	9	4	10	42	4.52		
	6	11		10	3	5	7								10	32	42	4.52		
	3		2	5	1	10	17	6	7	2	12	5	1	1	4		38	4.09		
		4	22	5		2	2	2	2	7	5		3		17	1		35	3.77	
		3	10	2	6	5	4	2	2		6	9	5	2	1	6	1		32	3.44
		1	2	7	7	4	1	6	2	10	2	2	5	2	1	1	3		28	3.01
		2	12	6		1	5	2	9	2	2	2	3	4	1	3	2		28	3.01
		1	2	2	5	1	3	8			3		2	4	2	6	5		22	2.37
		1	3	4	4	5	2	2		5	2	4	2	4	4		21		2.26	
		2	3	3	1	2	4	6	4	1		4	3		2	5	2		21	2.26
		3		7	5	2	1	1	2		3		1	1	2	3	5		19	2.05
		4	2	1	1	2	1	5	1	6		1			4	4		16		1.72
		4		1	3	5	1	2		2		1	1	1	4	2	6	16		1.72
		1	2	2			2	7	13				1					14		1.51
		4					4	4								8	4	12		1.29
		1	1	3	5	2					4		2	6			12		1.29	
	2	1		3	4		1	1			7	1	1		1		11		1.18	
	1	1	1	5		2	1	3				1			6	1	11		1.18	
	1	1		1	2	5	1	1	3	3	2	2					11		1.18	
	3	2	2		1		1	6	1					1	1	1	9		0.97	
	9										1	1	1	7			9		0.97	
	1	3		1	2	1	1	6	2								9		0.97	
	4		2	1	1			4				2		2			8		0.86	
			1	1	1	1	4	1	1	1		2	2	1	1	1	8		0.86	



Figure 4. MDS ordination based on centroids. A) Spatial variation. SB: Sebastopol, BM; Boca del Medio, MDQ: Madrisqui, GR: Gran Roque, DMS; Dos Mosquises Sur, CA: Cayo de Agua. B) Temporal variation Blue sign corresponding February sampling and Orange sign corresponding to September/October samplings)

The BIOENV results showed a low and no significant levels of correlation between the sediment variables and the polychaeta community (Rho: 0.033, p: 0.29) indicating that none of the sediment variables estimated were correlated with the polychaeta community.

DISCUSSION

The described community at Los Roques was characterized by a high richness and a low density of organisms, where some specific groups such as Polychaetes dominated the macrofaunal assemblages. The information recorded by BONE *et al.* (2005) in Morrocoy National Park has similar pattern compared to our results: high richness of species and dominance by some specific groups, where Polychaetes (80%) recorded density values >500 ind/m², similar to some localities and seasons observed at Los Roques. The ecology of macrofauna on the sandy bottom of oceanic islands in the tropics has rarely been studied (SIBAJA-CORDERO & TRONCOSO 2024). However, in some studies, a similar structure and composition have been observed. For example, RIDDLE (1988) reported a diverse fauna associated with coralline sediments in

the Australian Great Barrier Reef, where polychaetes were the dominant group, particularly, some specific families such as Syllidae, Spinioidae and Paraonidae. Other studies have been focused on particular groups, like mollusk, finding a marked diversity in these invertebrate communities (JONES *et al.* 1990; SKILLETER 1991; SKILLETER & UNDERWOOD 1993; SCHLACHER *et al.* 1998).

The sandy bottoms associated with coral reef constitute important sites in terms of their diversity, although they have been studied very little. In the NPALR, 74 species of polychaetes were identified, 17 of them being new records for Venezuela, so this evaluation contributed significantly to increasing knowledge of the biodiversity of polychaetes in reef environments in Venezuela and the Southern Caribbean. The group of polychaetes associated with these habitats were characterized by being diverse, but not very abundant, with a large proportion of rare species with restricted distribution, which makes it difficult to clearly define spatial or temporal patterns.

Another remarkable feature of macrofauna assemblages assessed at Los Roques was the abundance and richness decrease occurred in April 2012 compared to other seasons, where mean densities were higher than 1000 ind/m². The significant decrease in the abundance and diversity of polychaetes may be indicating a possible disturbance on a large spatial scale that affected the archipelago. However, the nature of this event does not seem to be related to a change in the sediment, which remained with few variations in its granulometry. Some studies have identified seawater temperatures above 29 °C at Los Roques during the end of 2010 (BASTIDAS *et al.* 2012), causing a massive bleaching event, which could be a possible reason to affect the macrofauna communities in a long-term basis. BASTIDAS *et al.* (2014), found that in Los Roques, the major drivers of coral reef decline do not seem to be related to pollution, overfishing, hurricanes or other natural factors. Instead, thermal anomalies, which cause bleaching and contribute to trigger epizootic events of coral diseases seem to be responsible for this declining trend. Thermal anomalies in 2010 clearly triggered a massive and unprecedented bleaching event in Los Roques that was followed by epizootic events, both capable of removing live coral tissues and reducing coral cover very fast. Probably this major event caused declines in macrofaunal community, which is reflected some months later.

A decrease in organic carbon values was observed at all stations, however the reasons for this decline are unknown and do not appear to be directly related to or affect the polychaeta community. The association and variability usually found between benthic macrofauna and calcareous sediments are results of several biological and physical factors which probably vary with distance from the reef. Besides, coral reefs can affect nearby macrofaunal assemblages in several ways, where these soft sediments can be physically modified by the reef, altering movement of water, sediment size distribution and organic content of the sediments (BARROSA *et al.* 2001). These differences could affect the abundance and type of suspended particles, the stability of the substratum and availability of food. Furthermore, coral reefs potentially act as a source of shell to the nearby soft sandy bottom, where wave action might be concentrated around the reefs and local currents could cause the local loss of fine sediments, contributing to the dominance of coarse sediments near the reefs (SCHLACHER *et al.* 1998).

The macrofaunal benthic assemblages inhabiting subtidal soft-sediments close to living corals have been highly variable (RIDDLE 1988; SCHLACHER *et al.* 1998; BARROSA *et al.* 2001; DEFELICE & PARRISH 2003) due to a combination of different factors which affects these community structures; however, it is necessary long periods of monitoring time to determine whether there is a defined pattern corresponding to natural community fluctuations or, instead, a community disturbance result.

This study can provide a baseline for characteristics of macrofaunal assemblages associated with reef sediments, which will be useful in future marine ecological environmental monitoring. The benthic community structure associated with coral reef sediments at Los Roques showed a high diversity, with densities varying in time and space. These communities should be monitored for long periods of time to get a better understanding about the causes of these variations. Additionally, these communities are diverse and contribute to increasing knowledge of the biodiversity of macrofauna groups such as polychaetes, with

a total of 17 new species recorded for Venezuela in this study. However, in this environment it's necessary to consider other environmental variables (more than sediments) to explain in a better proportion the variability in these communities.

REFERENCES

- AFKAR, T., A. BARUS., A. H. JOHN & M. A. SARONG. 2024. Christmas tree worm *Spirobranchus* spp. (Annelida: Serpulidae) as indicators of coral health at Weh Island, Aceh Province, Indonesia. *Biodiversitas*, 25(4): 1743-1753
- ALLER R. C. & R. E. DODGE. 1974. Animal-Sediment Relations in a Tropical Lagoon. Discovery Bay, Jamaica. *J. Mar. Res.* 32(2): 209-233.
- BARROSA, F., A. UNDERWOOD & M. LINDEGARTH. 2001. The influence of rocky reefs on structure of benthic macrofauna in Nearby Soft-sediments. *Est. Coast. Shelf Sci.* 52: 191–199.
- BASTIDAS, C., D. BONE, A. CROQUER, D. DEBROT, E. GARCIA, A. HUMANES, R. RAMOS & S. RODRÍGUEZ. 2012. Massive hard coral loss after a severe bleaching event in 2010 at Los Roques, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 60(1): 29-37.
- BASTIDAS, C., D. BONE, A. CROQUER, D. DEBROT, E. GARCÍA, A. HUMANES, R. RAMOS, S. RODRÍGUEZ & A. LÓPEZ. 2014 *Ecological, ecotoxicological and environmental coral reef monitoring program at Los Roques National Park*. Final Scientific Report of the project: Mitsui-CETOXMAR-USB. 64 p.
- BONE D. & G. SAN MARTÍN. 2003. Ecological aspects of syllids (Annelida: Polychaeta: Syllidae) on *Thalassia testudinum* beds in Venezuela. *Hydrobiologia*. 496: 289-298
- BONE, D., P. MILOSLAVICH, A. MARTÍN, R. BITTER, C. RODRÍGUEZ, E. HUCK, Y. DÍAZ & G. DI DONNA. 2005. *Estudio de la macrofauna bentónica asociada a praderas de Thalassia testudinum en el Parque Nacional Morrocoy*. En: *Estudio Integral del Sistema Parque Nacional Morrocoy con vías al desarrollo de planes de uso y gestión para su conservación*. Informe Final. Ed. D. BONE USB-UCV-UNEFM-INIA-FONACIT, Caracas, Venezuela, 938.
- CHOLLETT, I. & D. BONE. 2007. Effects of heavy rainfall on polychaetes: differential spatial patterns generated by a large-scale disturbance. *J. Exp.Mar. Biol. Ecol.*, 340(2): 113-125.
- CLARKE, K. R. & R. N. GORLEY. 2006. *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E, Plymouth. 70pp
- D'ANDREA, A. & G. LÓPEZ. 1997. Benthic macrofauna in a shallow water carbonate sediment: major bioturbators at the Dry Tortugas. *Geo-Marine Let.* 17: 276–282.
- DEAN, H. 2008. The use of polychaetes (Annelida) as indicator species of marine pollution: a review. *Rev. Biol. Trop.*, 56: 11-38.
- DEFELICE, R. C. & J. D. PARRISH. 2003. Importance of benthic prey for fishes in coral reef-associated sediments. *Pac. Sci.* 57: 359–384,
- DE LEÓN-GONZÁLEZ, J. A., J. R. BASTIDA-ZAVALA, L.F., CARRERA-PARRA, M.E., GARCÍA-GARZA, A. PEÑA-RIVERA & S.I., SALAZAR-VALLEJO. 2009. *Poliquetos (Annelida: Poychaeta) de México y América tropical*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. 750 pp.
- DEMOPOULOS, A., J. BOURQUE & J. FROMETA. 2014. Biodiversity and community composition of sediment macrofauna associated with deep-sea *Lophelia pertusa* habitats in the Gulf of Mexico. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Res. Pap.*, 93: 91-103.
- DÍAZ-DÍAZ, O. F., D. BONE & A. LÓPEZ. 2014. Polychaetes associated to calcareous sediments from Venezuela: Scolecida. *Pan-American J. Aq. Res.*, 8(3): 112-118.

- DÍAZ-DÍAZ, O. F., D. BONE & A. LÓPEZ. 2015. Polychaetes associated to calcareous sediments from Venezuela: Phyllodocida. *Pan-American J. Aq. Res.*, 10(2): 112-133.
- DÍAZ-DÍAZ, O. F., D. BONE & A. LÓPEZ. 2016a. Polychaetes associated to calcareous sediments from Venezuela: Canalipalpata. *Pan-American J. Aq. Res.*, 11(1): 26-38.
- DÍAZ, O. F., D. BONE, C. T. RODRÍGUEZ & A. LÓPEZ. 2016b. Polychaetes associated to calcareous sediments from Venezuela: Eunicidae. *Pan-American J. Aq. Res.*, 11(1): 18-25.
- FAUCHALD, K. 1970. Polychaetous Annelids of the families Eunicidae, Lumbrineridae Iphitimidae, Arabellidae, Lyseratidae and Dorvilleidae from western Mexico. *Allan Hancock Monogr. Mar. Biol.* 5: 1-335.
- FOLK, R. L. & W. C. WARD. 1957. A Study in the significance of grain-size parameters. *J. Sediment Petrol.* 27: 3-26.
- GRAY, J. & M. ELLIOT. 2009. *Ecology of marine sediment: from science to management*. Oxford University Press. New York. 241 pp.
- GIANGRANDE, A., M. C. GAMBI & M. F. GRAVINA. 2020. Polychaetes as habitat former: structure and function. En: *Perspectives on the Marine Animal Forests of the World*. Ed. H. Rossi & R. Bramanti. Springer, Cham, Switzerland 2: 530.
- GROSS, M. G. 1971. *Carbon determination*. En: *Procedures in sedimentary petrology*. Ed. R.E. Caver. John Wiley and Sons, New York, USA. 2: 573-596.
- HUGHES, T.P, A.H. BAIRD, D.R. BELLWOOD, M. CARD, S.R. CONOLLY, C. FOLKE, R. GROSBERG & O. HOEGH-GULBERG. 2003. Climate change, human impacts and the resilience of coral reefs. *Science* 301: 929-933.
- IBRAHIM, S. W., M. WAN HUSSIN, Z. KASSIM, Z. JONI, M. ZAKARIA & S. HAJISAMAE. 2006. Seasonal abundance of benthic communities in coral areas of Karah Island, Terengganu, Malaysia. *Turk. J. Fish. Aq. Sci.* 6: 129-136.
- JACKSON, M. L. 1964. *Determinaciones de Materia Orgánica en los Suelos*. En: *Análisis Químico de Suelos*. Ed. M.L. JACKSON. Editorial Omega, Barcelona, España. 3:282-310.
- JONES, A. R. 1984. Sedimentary relationships and community structure of benthic crustacean assemblages of reef-associated sediments at Lizard Island, Great Barrier Reef. *Coral Reef* 3: 101-111.
- JONES, G. P., D. J. FERRELL & P. F. SALE. 1990. Spatial pattern in the abundance and structure of Mollusca populations in the soft sediments of a coral reef lagoon. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 62: 109-120.
- KIM, S. L & O. H. YU. 2022. Benthic polychaete community structure in the Yellow Sea Bottom Cold Water zone (YSBCW): Species diversity, temporal-spatial distribution, and feeding guilds. *Mar Pollut Bull.* 183 doi: 10.1016/j.marpolbul.2022.114071.
- MARTINEZ, K., D. BONE, A. LÓPEZ & A. CROQUER. 2014. Population assessment of *Acropora palmata* (Scleractinia: Acroporidae): relationship between habitat and reef associated species. *Rev. Biol. Trop.* 62: 85-93.
- MIKAC, B., M LICCIANO, A. JAKLIN, L. IVEŠA, A. GIANGRANDE, & L. MUSCO. 2020. Diversity and Distribution Patterns of Hard Bottom Polychaete Assemblages in the North Adriatic Sea (Mediterranean). *Diversity* 12(10): 408. <https://doi.org/10.3390/d12100408>
- PETROCELLY, G. 2022. The Christmas Tree Worm (*Spirobranchus giganteus*) as a Potential Bioindicator of Coral Reef Health. *Berkeley Sci. J.*, 27(1): 77-81.

- RIDDLE, M. J. 1988. Patterns in the distribution of macrofaunal communities in coral reef sediments on the central Great Barrier Reef. *Mar. Ecol.* 47: 281-292.
- SALVAT, B. 1967. Importance of fauna malacologique dans les atolls polynesiens. *Cah. Pac.* 11: 7-49.
- SALVAT, B. 1970. Etudes quantitatives sur les mollusques recifaux de l'atoll de Fangataufa (Taumotu, Polynésie). *Cah. Pac.* 141-57.
- SALVAT, B. 1972. La fauna benthique du lagon de l'atoll de Reao (Taumotu, Polynésie). *Cah. Pac.* 132-158.
- SCHLACHER, T., P. NEWELL, J. CLAVIER, M. A. SCHLACHER-HOELINGER, C. CHEVILLON & J. BRITTON. 1998. Soft-sediment benthic community structure in a coral reef lagoon. The prominence of spatial heterogeneity and spotendemism. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 174: 159-174.
- SIBAJA-CORDERO, J. A. & J. S. TRONCOSO. 2024. *Gradual change and mosaic pattern of macrofaunal assemblages along depth and sediment gradients in a tropical oceanic island.* In: *Biodiversity research in Central.* Eds. LIPÍNSKA M, M. M. LOPEZ-SELVA & J. M. SIERRA America. *Neotrop. Biol Conserv* 19(2): 293-318.
- SKILLETER, G. A. 1991. Distribution, abundance and size-structure of cerithiid gastropods in sediments at One Tree Reef, southern Great Barrier Reef. *Mar. Biol. Ecol.*, 151: 185-207
- SKILLETER, G. A. & A. J. UNDERWOOD. 1993. Effects of habitat composition on recruitment on cerithid gastropods in sediments at one Tree Reef, Great Barrier Reef. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 93: 155-163.
- SOUTER, D., S. PLANES, J. WICQUART, M. LOGAN, D. OBURA, & F. STAUB. 2021. *Status of coral reefs of the world: 2020 report.* Global Coral Reef Monitoring Network (GCRMN) and International Coral Reef Initiative (ICRI). 251 p. doi: 10.59387/WOTJ9184
- STODDART, D. R. & R. E. JOHANESS. 1978. *Coral reefs: research methods.* Unesco. United Kingdom. 581 p.
- SUCHANEK, T. H. & P. L. COLLINS. 1986. Rates and effects of bioturbation by invertebrates and fishes at Enewetak and Bikini atolls. *Bull. Mar. Sci.* 38:25-34.
- THOMASSIN, B. 1978. *Soft-bottom communities.* En: *Coral reef: research methods.* Ed. D. R. STODDART & R. E. JOHANNES. Unesco, United Kingdom. 263-298.
- UEBELACKER, J.M. 1984. *Ampharetidae, Arabellidae, Eulepethidae, Heterospionidae, Hesionidae, Lumbrineridae, Ophellidae, Sabellariidae, Sabellidae, Syllidae.* En: *Taxonomic guide to the polychaetes of the Northern Gulf of Mexico. Final report to the Minerals Management Service. Mobile.* ED. J. M. UEBELACKER & P. G. JOHNSO. Barry A. Vittor & Assoc. Inc., Alabama, USA. 348-380.
- YÁÑEZ, C. O. & N. M. ASPE. 2024. Polychaetes of the Coral Triangle: Told and Untold Richness. *Trop. Nat. Hist.* 24: 20-30

Recibido: Noviembre 2024

Aceptado: Abril 2025

ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE POLIQUETOS (ANNELIDA: POLYCHAETA) ASOCIADA A *Thalassia testudinum* BANK EX KÖNIG 1805 EN LA BAHÍA DE MOCHIMA, VENEZUELA

ILDEFONSO LIÑERO-ARANA^{1*}, OSCAR DÍAZ-DÍAZ^{2*}, BEATRIZ RÍOS³, BRIGHTDOOM MÁRQUEZ-ROJAS¹, MARÍA ELENA AMARO¹, VALENTINA VANEGAS-ESPINOSA⁴, ADIBE CÁRDENAS⁴, ANDREA JESULICH⁴, VERÓNICA GÓMEZ-PAIVA⁵, PATRICIA DÍAZ⁴, LETZY SERRANO⁶, RUSELA LÓPEZ⁴ & OSCAR MORA⁴

¹Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Venezuela.
bmarquez2001@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2703-8696>
meamaro_2000@yahoo.com; <https://orcid.org/0000-0002-6882-3631>

²FAUNAMAR Ltda. Consultorías Medio Ambientales e Investigación Marina, Santiago, Chile.
*Autor de correspondencia: ofdiazd@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-6385-1599>

³Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of California, Irvine, California, USA.
beatriz21mcr@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8704-0616>

⁴Postgrado del Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Venezuela.
<https://orcid.org/0009-0002-5469-221X>; adi_carol@yahoo.com; <https://orcid.org/0000-0002-3592-2692>;
<https://orcid.org/0000-0001-7749-4588>; <https://orcid.org/0000-0003-2679-9164>;
<https://orcid.org/0009-0006-5990-2916>; <https://orcid.org/0009-0004-2916-5981>

⁵Oceansnells S.L. Valencia, España. veronica.icalejandra@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0006-7347-5201>

⁶Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá. letzys@yahoo.com; <https://orcid.org/0009-0006-1437-4443>

RESUMEN: Las praderas de *Thalassia testudinum* constituye uno de los ambientes costeros con gran diversidad de organismos y de elevada productividad. Con el objeto de estudiar la comunidad de poliquetos asociados a esta fanerógama, se realizaron muestreos mensuales en la Bahía de Mochima, entre enero y diciembre de 2002. Se tomaron ocho réplicas por localidad, empleando un nucleador de PVC de 14,8 cm de diámetro, cada núcleo fue cernido en un tamiz de 1mm de apertura de malla, los poliquetos retenidos fueron fijados en una solución de formalina al 8%. Se colectaron 2097 ejemplares, identificándose 94 especies pertenecientes a 31 familias, siendo las familias Terebellidae, Serpulidae, Spionidae y Syllidae con mayor número de especies y en conjunto representan el 40,42% del total de las especies identificadas. La localidad Mangle Quemao presentó la mayor abundancia y riqueza de especies, mientras que Varadero la menor. El valor promedio de la diversidad fue de $\bar{X} = 2,14 \pm 0,29$. El análisis PERMANOVA mostró que existen diferencias altamente significativas entre la abundancia y todas las fuentes de variación consideradas.

Palabras claves: Poliquetos, *Thalassia*, diversidad, densidad, ecología

ABSTRACT: The seagrass meadows of *Thalassia testudinum* grasslands constitute one of the coastal environments with a great diversity of organisms and a high productivity. In order to study the polychaete community associated with *Thalassia*, monthly samplings were conducted in Mochima Bay from January to December 2002. Eight replicates were taken monthly at each site, using a 14.8 cm diameter PVC corer. Each core sample was sieved through a 1 mm mesh, and the polychaetes were preserved in 8% formalin solution. The polychaetes were fixed in an 8% formalin solution. A total of 2097 specimens were collected, identifying 94 species belonging to 31 families; the families Terebellidae, Serpulidae, Spionidae and Syllidae have the greatest number of species and together represent 40.42% of the total identified species. Mangle Quemao had the highest abundance and species richness, while Varadero had the lowest. The average diversity value was 2.14 ± 0.29 . A PERMANOVA analysis revealed statistically significant differences in abundance across all considered sources of variation.

Keywords: Polychaetes, *Thalassia*, diversity, density, ecology

INTRODUCCIÓN

Los poliquetos representan la clase más importante dentro del phylum Annelida. Constituyen un grupo diverso, ampliamente distribuido en el medio ambiente marino, de gran importancia ecológica (DÍAZ-DÍAZ & ROZBACZYLO 2021a), y en su mayoría están asociados a la macrofauna béntica (DÍAZ-DÍAZ & ROZBACZYLO 2021b). En los últimos años, los miembros de esta clase han ganado gran interés en la acuicultura (GRANADA *et al.* 2015; MARQUES *et al.* 2017), y también como posibles indicadores para la evaluación del impacto ambiental relacionado con actividades petroleras y mineras, como indicadores de la calidad del agua, o de contaminación orgánica (UEBELACKER 1984; DÍAZ-DÍAZ & ROZBACZYLO 2021a). En Venezuela, los estudios taxonómicos sobre poliquetos están referidos, en su mayoría, a aquellos asociados a fondos blandos, cabe citar los trabajos de HARTMAN (1944), LIÑERO & REYES-VÁSQUEZ (1979), LIÑERO (1983, 1984, 1985, 1988a, 1988b, 1991, 1993, 1994, 1996a, 1996b) y DÍAZ-DÍAZ & LIÑERO ARANA (2000). Mientras que en las investigaciones referidas a poliquetos asociados a praderas de *Thalassia testudinum* BANK ex KÖNIG 1805 se cuentan aquellas realizadas por SAN MARTÍN & BONE (1999, 2001), GALINDO & BONE (2001), LIÑERO-ARANA & DÍAZ-DÍAZ (2006), GÓMEZ-PAIVA *et al.* (2016) y BONE *et al.* (2024). Estos pastos marinos representan uno de los ambientes costeros que alberga una gran diversidad de organismos (KITTING 1984; BELLO 1989), con una elevada productividad, y además, las hojas de esta fanerógama proporciona un substrato firme para algas epífitas (MORGAN & KITTING 1984; BARRIOS-MONTILLA & DÍAZ-DÍAZ 2005), sirven de zona de reproducción, cría, refugio y alimentación de numerosas especies de invertebrados y peces, estableciéndose complejas relaciones inter e intraespecíficas. Por otra parte, los rizomas de esta planta contribuyen a la estabilización del fondo marino, y proporcionan microhábitats a numerosos invertebrados infaunales (ORTH *et al.* 1984; THAYER *et al.* 1984). En Venezuela, *T. testudinum* es la especie de fanerógama más abundante y extendida pero, a pesar de su conocida importancia ecológica, son escasos los estudios sobre aspectos ecológicos de comunidades bentónicas, y los pocos están relacionados principalmente con moluscos, crustáceos, cnidarios, peces y equinodermos, por lo que aquellos referidos a las comunidades de poliquetos asociados a estas praderas la información es prácticamente inexistente, aun cuando este grupo constituye, a menudo, el de mayor riqueza específica y/o abundancia (LIÑERO-ARANA & DÍAZ-DÍAZ 2011; BONE *et al.* 2024). En vista de la escasa información sobre estos anélidos relacionados con la fanerógama marina más abundante de Venezuela se planteó como objetivo evaluar la comunidad de poliquetos asociados a praderas de *T. testudinum* en cuatro localidades de la Bahía de Mochima, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se desarrolló en la bahía de Mochima, ubicada dentro del parque nacional del mismo nombre, en el estado Sucre, Venezuela. En ella se ubicaron cuatro localidades (Fig. 1): *Varadero* (10°21'05''N - 64°20'19''O), localizada en la costa Sudeste, caracterizada por una pradera densa, donde la costa cercana está poblada por *Rhizophora mangle*, y un pequeño curso de agua activo durante el período de lluvias (agosto-octubre); *Toporo* (10°22'00''N y 64°20'10''O), situada en la costa Este, presenta una pradera menos densa que la localidad anterior, pero con *R. mangle* en la costa y un pequeño curso de agua; *Mangle Quemao* (10°22'28''N y 64°20'53''O) y *Ensenada de Reyes* (10°20'06''N y 64°21'57''O) situadas en la costa Oeste, con praderas densas, en el primer caso y con praderas poco densas en la segunda localidad.

La recolección de material biológico se realizó entre enero y diciembre de 2002 en profundidades comprendidas entre 0,5 y 1,5 m, en fondos de *T. testudinum*. Mensualmente, se tomaron 8 réplicas de sedimento, en cada estación, con un nucleador de 14,8 cm de diámetro tomando núcleos de 30 cm de altura, estos fueron cernidos en un tamiz de 1mm de apertura de malla. Los poliquetos retenidos fueron fijados en formalina al 8% en agua de mar, mientras que las plántulas de *T. testudinum* fueron colocadas en bolsas plásticas y trasladadas al laboratorio donde se determinó densidad, biomasa y peso seco.

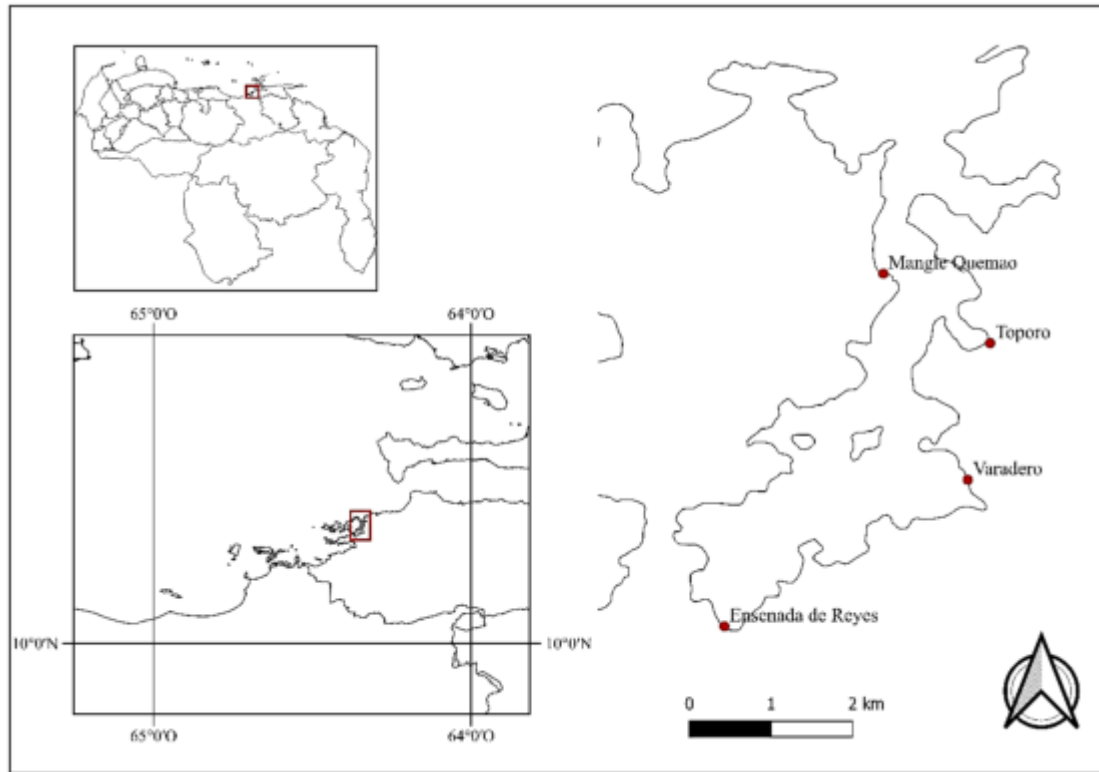


Fig. 1.- Ubicación geográfica de la bahía de Mochima, donde se indica la distribución de las estaciones de muestreo con los puntos rojos.

In situ, se midió la salinidad y la temperatura del agua en el fondo con un sistema SCT, al inicio y al término del muestreo en cada estación. Adicionalmente en cada estación se recolectaron muestras de sedimento para realizar el análisis granulométrico y la determinación de materia orgánica según los métodos descrito por MARTÍNEZ *et al.* (2013a, b).

Análisis de datos

Para los poliquetos, por estación y mes, se calculó la densidad, la diversidad de SHANNON-WEAVER, la equitatividad de LLOYD GERALDHI, y la riqueza específica de MARGALEF (DÍAZ-DÍAZ *et al.* 2014a), la constancia de especies (DAJOZ 1978), el índice biológico de la dominancia (McCLOSKEY 1970, en DÍAZ-DÍAZ *et al.* 2014a), el coeficiente de la comunidad $C.C = (SC/St) \times 100$; donde: SC = Especies comunes a los sectores, St = N° total de especies (VARESCHI, 1966, en DÍAZ-DÍAZ *et al.* 2014a). Los poliquetos fueron clasificados según las categorías tróficas indicadas en JUMARS *et al.* (2015).

Para la fanerógama, se realizó un escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para lo cual se construyó una matriz de similaridad con distancia Euclidiana y un análisis de similaridad (ANOSIM) para determinar la existencia o no de diferencias entre los factores Costa vs. Mes y Localidades vs. Mes.

Se realizó un análisis de correlación de Pearson entre la abundancia y la biomasa de poliquetos y otro entre la biomasa de la *Thalassia* y la abundancia mensual de poliquetos. Para la poliquetofauna se construyó una matriz de disimilitud de Bray-Curtis a partir de los datos de abundancia por especie transformados a raíz cuarta, y se realizó un análisis de varianza multivariado basado en permutaciones de tres factores (PERMANOVA: ANDERSON 2001) para así comprobar la hipótesis nula de ausencia de diferencias entre Costas (factor fijo, 2 niveles: Costa Este y Costa Oeste), localidades (anidado al factor Costa con 4 niveles: Varadero (V), Toporo (T), Mangle Quemao (MQ), Ensenada de Reyes (ER)), y meses (factor fijo, 12 niveles: enero – diciembre de 2002), para la abundancia (utilizando 999 permutaciones). A aquellos resultados que mostraron la existencia de diferencias significativas se aplicó una prueba

pareada (PAIRWISE). Se realizó un escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) sobre la matriz de disimilitud de Bray-Curtis. Se realizó un análisis SIMPER para estimar qué especies contribuyeron más a la disimilitud entre localidades. Además, se realizó un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) para identificar las variables ambientales que mejor explican el patrón temporal y espacial de la comunidad. Los análisis se realizaron con el software R-Studio (R CORE TEAM 2025) empleando los paquetes “vegan” (OKSANEN *et al.* 2025) y “pairwiseAdonis” (MARTÍNEZ-ARBIZU 2017).

RESULTADOS

Se encontraron diferencias significativas del contenido de materia orgánica entre las localidades ($F=15,587$; $p < 0,001$). La temperatura del agua estuvo comprendida entre 24,7°C (diciembre) y 30,2°C (marzo) ($\bar{X} = 27,82 \pm 1,26$) ambas en Varadero, mientras que la salinidad estuvo entre 35,6 PSU (septiembre) en Varadero y 38,9 PSU (enero) en Ensenada de Reyes, con un promedio de $\bar{X} = 37,09 \pm 0,864$ PSU.

El promedio de la densidad mensual de *T. testudinum* fue $\bar{X} = 100,74 \pm 64,70$ ind.m⁻². No se encontraron diferencias significativas ni entre las localidades ni entre los meses, pero si entre costas (ANOSIM Global R: 0,816 $p < 0,01$), el análisis de escalamiento dimensional no métrico (nMDS) muestra la separación de las localidades de la costa Este de aquellas de la costa Oeste (Fig. 2).

En la Figura 3, se muestra la distribución de la abundancia promedio de la fanerógama *T. testudinum* en la zona de estudio.

Se analizaron 2097 individuos pertenecientes a la clase Polychaeta. Se identificaron 94 especies pertenecientes a 31 familias (TABLA 1). Terebellidae, Serpulidae, Spionidae y Syllidae fueron las familias mejor representadas y que en conjunto representan el 40,42% del total de las especies identificadas. Las especies dominantes fueron *Mesochaetopterus* sp. (8546 ind.m⁻²), *Nicomache antillensis* AUGENER, 1922 (742 ind.m⁻²), *Pileolaria militaris* CLAPARÈDE, 1868 (515 ind.m⁻²), *Terebellides carmenensis* HERNÁNDEZ-ALCÁNTARA & SOLIS-WEISS, 1991 (477 ind.m⁻²), *Dasybranchus cf. lumbricoides* GRUBE, 1878 (341 ind.m⁻²) y *Streblosoma hartmanae* KRITZLER, 1971 (227 ind.m⁻²).

Los atributos ecológicos medidos en cada localidad se presentan en la TABLA 2. En Varadero se encontró un predominio de partículas finas en el sedimento (39,50%); además, presentó los mayores valores en el contenido de materia orgánica con un promedio de $\bar{X} = 9,81 \pm 3,45\%$. Esta localidad presentó los menores valores de densidad y biomasa de poliquetos ($\bar{X} = 356,50 \pm 346,50$ ind.m⁻² y $\bar{X} = 5,25 \pm 1,67$ gr.m⁻²), así como el menor número de especies (27). Se obtuvieron valores de diversidad ($\bar{X} = 1,22 \pm 0,51$ bits.ind⁻¹), equitatividad ($\bar{X} = 0,73 \pm 0,23$) y riqueza específica de Margalef ($\bar{X} = 2,33 \pm 1,04$; Fig. 4). En esta localidad, *Pileolaria militaris* CLAPARÈDE, 1870, *Exogone dispar* (WEBSTER, 1879) y *Nicomache antillensis* AUGENER, 1922 resultaron las especies dominantes. No se observaron diferencias significativas de la abundancia mensual.

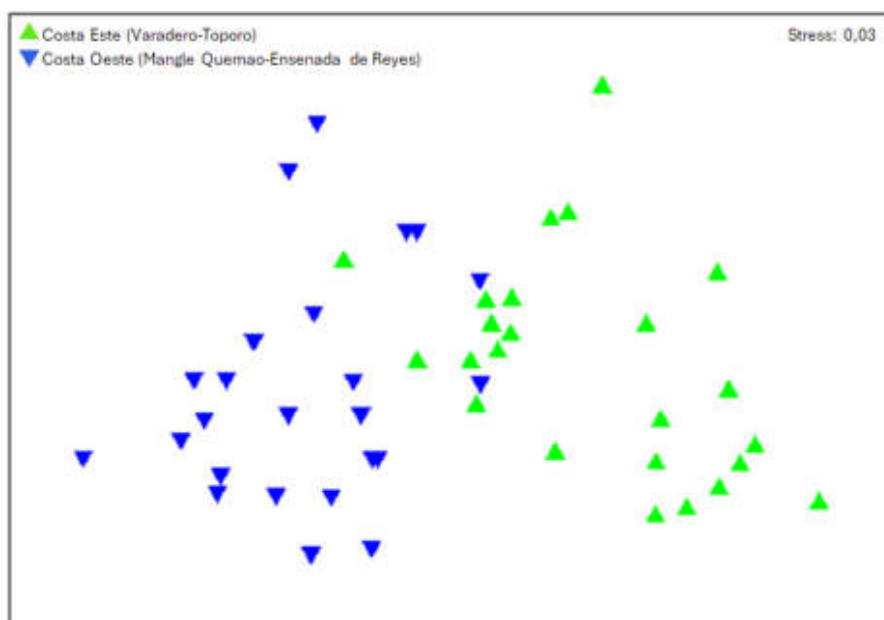


Fig. 2.- Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para la biomasa de la *T. testudinum* entre las costas estudiadas en la bahía de Mochima, Venezuela.

TABLA 1.- Especies de poliquetos registradas en este estudio, clasificación trófica de acuerdo con JUMARS (2015). Constancia específica $\geq 25\%$ accidental, $>25\text{-}50\%$ accesoria y $\leq 50\%$ constante por localidad valores expresados en %.

Especies	Localidades								Grupo trófico
	Mangle Quemao		Ensenada de Reyes		Varadero		Toporo		
Trichobranchidae	N	ID	N	ID	N	ID	N	ID	
<i>Terebellides carmenesis</i> Soliz-Weiss, Fauchald & Blankensteyn, 1991	2	8,3			3	16,7	63	91,7	SST
Terebellidae									
<i>Isolda pulchella</i> Müller, 1858			1	8,3			1	8,3	SST
<i>Streblosoma hartmanae</i> Kritzler, 1971	30	50,0			1	8,3	1	8,3	SST
<i>Polymniella</i> sp.					1	8,3	1	8,3	SST
<i>Terebella pterochaeta</i> Schmarda, 1861	3	16,7	7	33,3					SST
<i>Nicolea venustula</i> Montagu, 1818	1	8,3					3	8,3	SDT
<i>Polycirrus plumosus</i> Wollebaek, 1912	3	25,0							SDT
<i>Lanice conchilega</i> Pallas, 1766	1	8,3							SST
<i>Eupolymnia nebulosa</i> Montagu, 1818	1	8,3							SST
<i>Lanicola</i> sp.	6	33,3							SST
<i>Loimia salazari</i> Londoño Mesa & Carrera-Parra, 2005					1	8,3			SST
Sabellidae			1	8,3					
<i>Notaulax phaeotaenia</i> Schmarda, 1861	1	8,3					3	16,7	FST
<i>Branchiommata arenosa</i> Treadwell, 1954	1	8,3							FST
<i>Amphicorina</i> sp.	3	16,7							FST
<i>Acromegalomma heterops</i> Perkins, 1984	13	58,3					1	8,3	FST
<i>Chone americana</i> Day, 1973	6	25,0					2	16,7	FST
Serpulidae									
<i>Pileolaria militaris</i> Claparède, 1868			6	8,3	59	41,7	68	41,7	FST
<i>Spirorbis</i> sp.			1	8,3					FST
<i>Hydroides</i> sp.			1	8,3					FST
<i>Hydroides dirampha</i> Mörch, 1863			9	25,0					FST
<i>Hydroides bispinosa</i> Bush, 1910	1	8,3	16	16,7	1	8,3	2	8,3	FST
<i>Hydroides sanctaecrucis</i> Mörch, 1863					1	8,3			FST
<i>Spirobranchus tetraceros</i> Schmarda, 1861					1	8,33			FST
<i>Serpula</i> sp.							1	8,33	FST
<i>Vermiliopsis annulata</i> Schmarda, 1861			3	8,33					FST
<i>Salmacina</i> sp.					1	8,33			FST
Maldanidae									
<i>Axiiothella mucosa</i> Andrews, 1891	5	25,0	1	8,33			1	8,33	BSX
<i>Macroclymene</i> sp.	1	8,33							BSX
<i>Nicomache antillensis</i> Augener, 1922	98	100,0	55	100,0	11	75,0	31	75,0	BSX
<i>Euclymeme coronata</i> Verrill, 1900	6	8,33					4	8,33	BSX
<i>Praxillella</i> sp.	3	8,33							BSX
Capitellidae									
<i>Dasybranchus</i> cf. <i>lumbricoides</i> Grube, 1878	45	83,3	9	50,0	6	25,0	15	75,0	SMX
<i>Rashgua lobatus</i> Hartman, 1947	14	58,3	7	16,7	2	16,7	2	16,7	SMX
<i>Scyphoproctus platyproctus</i> Jones, 1961	2	8,3							SMX
<i>Decamastus</i> sp.	1	8,3	1	8,3			1	8,3	SMX
<i>Heteromastus filiformis</i> Claparède, 1864	5	33,3							SMX
Syllidae									
<i>Trypanosyllis zebra</i> Grube, 1860	2	8,3					2	8,7	CMJ
<i>Syllis lutea</i> Hartmann-Schröder, 1960	23	41,7	2	16,7					CMJ

Especies	Localidades						Grupo trófico
	Mangle Quemao	Ensenada de Reyes	Varadero	Toporo			
<i>Syllis gracilis</i> Grube, 1840	8 25,0	1 8,3		3 8,3			CMJ
<i>Branchiosyllis exilis</i> Gravier, 1900	1 8,3						CMJ
<i>Exogone lourei</i> Berkely & Berkeley, 1938	15 25,0						HMJ
<i>Exagone dispar</i> Webster, 1879	29 50,0	5 25,0	15 8,3	1 8,3			HMJ
<i>Salvatoria</i> cf. <i>clavata</i>	2 8,33	4 25,0					HMJ
<i>Spaherosyllis piriferopsis</i> Perkins, 1981			1 8,3				HMJ
<i>Ehlersia cornuta</i> Rathke, 1843		2 8,3					CMJ
Amphinomidae							
<i>Linopherus</i> sp.	6 8,33						CMX
Hesionidae							
<i>Oxydromus obscurus</i> (Verrill, 1873)	9 41,7	1 8,3	1 8,3	1 8,3			CMJ
Nereididae							
<i>Nereis riisei</i> Grube, 1857	11 50,0	5 25,0	3 16,7	2 8,3			CMJ
<i>Nereis falsa</i> Quatrefages, 1865	3 16,7			2 8,3			CMJ
<i>Perinereis anderssoni</i> Kinberg, 1866	2 8,33						OMJ
Dorvilleidae							
<i>Dorvillea</i> cf. <i>cerasina</i> Ehlers, 1901	1 8,33			1 8,3			CMJ
Glyceridae							
<i>Glycera abbranchiata</i> Treadwell, 1901	11 33,3	2 8,3	2 16,7	2 8,3			CMJ
<i>Hemipodia californiensis</i> (Hartman, 1938)	15 66,7	1 8,3		5 25,0			CMJ
Pectinariidae							
<i>Pectinaria gouldii</i> Verrill, 1873		3 25,0	1 8,3	3 25,0			BMX
Onuphidae							
<i>Kimbergonuphis tenuis</i> Hanssen, 1882	5 25,0						CDJ
Magelonidae							
<i>Magelona pettibonae</i> Jones, 1963	1 8,33			1 8,3			SDT
Poecilochaetidae							
<i>Poecilochaetus johnsoni</i> Hartman, 1939	4 25,0						SDT*
Oeonidae							
<i>Arabella iricolor</i> (Montagu, 1804)	24 91,7	18 66,7	3 16,7	11 50,0			CMJ*
Cirratullidae							
<i>Caulleriella petersenae</i> Díaz-Díaz, Cardenas & Liñero-Arana, 2014	3 8,3	2 16,7					SMT
<i>Timarete tentaculata</i> Montagu, 1808				1 8,3			SMT
Lumbrineridae							
<i>Lumbrineris inflata</i> . Moore, 1911			2 8,3	4 25,0			CMJ
Eunicidae							
<i>Eunice antennata</i> Savigny, 1820	3 16,7	1 8,3	1 8,3				CMJ
<i>Eunice vittata</i> delle Chiaje, 1828	1 8,3	11 16,7		8 33,3			CMJ
<i>Eunicidae</i> spA		1 8,3					?
<i>Nematonereis unicornis</i> Grube, 1840	6 16,7	1 8,3	1 8,3				CMJ*
<i>Lysidice ninneta</i> Audouin and Milne-Edwards, 1833	1 8,3	2 16,7	10 16,7				CMJ*
<i>Lysidice collaris</i> Grube, 1870	1 8,3						CMJ*
Spionidae							
<i>Malacoceros cariacensis</i> Delgado-Blas & Díaz-Díaz, 2010	6 25,0		1 8,3	23 33,3			SDT
<i>Spionidae</i> sp.	1 8,3			4 25,0			SDT*

Especies	Localidades				Grupo trófico
	Mangle Quemao	Ensenada de Reyes	Varadero	Toporo	
<i>Minuspio</i> sp.	1 8,3				SDT
<i>Scoelepis</i> (<i>S.</i>) <i>andradei</i> Delgado-Blas, Díaz & Linero-Arana, 2010	2 8,3				SDT
<i>Prionospio caribensis</i> Delgado-Blas, 2014.		1 8,3			SDT
<i>Spiophanes</i> sp.		1 8,3		4 8,3	SDT
<i>Polydora</i> cf. <i>websteri</i> Hartman, 1943		1 8,3			SDT
<i>Dispio bescanzae</i> Delgado-Blas & Díaz-Díaz, 2016				1 8,3	SDT
<i>Spio</i> sp.				1 8,3	SDT
Chrysopetalidae					
<i>Bhawania goodei</i> Webster, 1884	2 8,3	1 8,3			CMX
Chaetopteridae					
<i>Mesochaetopterus</i> sp. A	112966,7				FSP
<i>Mesochaetopterus</i> sp. B	41 75,0				FSP
<i>Spiochetopterus</i> sp	1 8,3				FSP
Paraonidae					
<i>Aricidea</i> (<i>Acmira</i>) <i>catherinae</i> Laubier, 1967	3 8,3			3 16,7	HMX
<i>Airicidea</i> (<i>Acmira</i>) <i>cerrutti</i> Laubier, 1966	1 8,3				HMX
Orbiniidae					
<i>Naineris setosa</i> (Verrill, 1900)	1 8,3	3 25,0	7 50,0	1 8,3	BMX
<i>Naineris</i> sp.				7 25,0	BMX
<i>Scoloplos</i> sp.	7 16,7	1 8,3			BMX
Orbiniidae sp.	2 16,7			1 8,3	BMX
Ophelidae					
<i>Armandia maculata</i> Webster, 1884	1 8,3				BMX
<i>Travisia hobsonae</i> Santos, 1977	1 8,3	3 8,3		4 16,7	BMX
Phyllodoceidae					
<i>Phyllodoce Anaitides madeirensis</i> Langerhans, 1880		1 8,3			CMS
Sigalionidae					
<i>Sigalion lewisii</i> Berkeley & Berqueley, 1939		1 8,3			CMJ
Eulepethidae					
<i>Grubeolepis</i> sp.				1 8,3	CMJ
<i>Maxieulepis weberi</i> Horst, 1922	5 25,0				CMJ
Flabelligeridae					
<i>Piromis</i> sp.			2 16,7	4 8,3	SMT
Polynoidae					
<i>Chaetacanthus magnificus</i> Grube, 1875				5 33,3	CMJ
<i>Poliquetos</i> indet.	6	1	1	16	?
Total 94 especies	1645	199	141	112	2097

Grupo trófico: en posición 1: B, alimentador de depósito sub-superficial; C, carnívoro; F, filtrador; H, herbívoro; S, alimentador de depósito superficial; en posición 2: D, discretamente móvil; M, móvil; S, sésil; en posición 3: J, mandibulado; P, bombeador; T, tentaculado; X, otras estructuras, generalmente con una faringe eversible con forma de saco; ?, desconocido.

*Asignación hipotética según JUMARS *et al.* (2015)

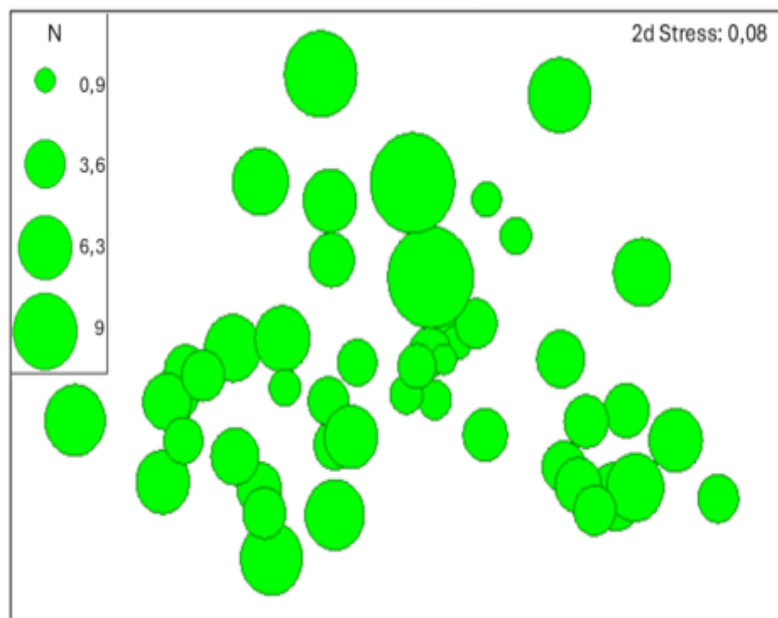


Fig. 3.- Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) de burbujas para la abundancia promedio del número de *T. testudinum* recolectadas en las localidades estudiadas en la bahía de Mochima, Venezuela.

En Toporo, el análisis granulométrico indicó el predominio de partículas de grano medio (41,74%), con un promedio $\bar{X} = 3,02 \pm 1,55\%$ en el contenido de materia orgánica. Presentó la densidad y biomasa promedio de *T. testudinum* más baja ($\bar{X} = 105,39 \pm 59,18$ ind.m⁻² y $\bar{X} = 40,08 \pm 13,26$ gr.m⁻², TABLA 2). Toporo fue la segunda localidad con el mayor número de especies (44; $\bar{X} = 12,83 \pm 1,90$), asimismo presentó la mayor diversidad ($\bar{X} = 3,23 \pm 0,20$ bits.ind⁻¹) y una equitatividad alta ($\bar{X} = 0,92 \pm 0,03$; Fig. 4), mientras la menor riqueza específica de Margalef ($\bar{X} = 1,34 \pm 0,37$). *Terebellides carmenensis*, *P. militaris* y *N. antillensis* fueron las especies más abundantes. Se observaron diferencias significativas en la abundancia mensual ($F = 2,599^{**}$; $p < 0,01$).

Los sedimentos de Mangle Quemao mostraron un predominio de las partículas finas (44,90%), con un promedio en el contenido de materia orgánica de $\bar{X} = 4,65 \pm 1,21\%$. Este lugar presentó la mayor densidad de *Thalassia* ($\bar{X} = 199,76 \pm 108,60$) y biomasa promedio ($\bar{X} = 104,41 \pm 52,06$ gr.m⁻²). Mangle Quemao presentó el mayor número de especies (63), así como los mayores valores promedio de densidad ($\bar{X} = 5387,36 \pm 2764,70$ ind.m⁻²) y biomasa ($\bar{X} = 5,15 \pm 3,58$ gr.m⁻²) de poliquetos. No obstante, la diversidad promedio ($\bar{X} = 1,11 \pm 0,34$ bits.ind⁻¹) y equitatividad ($\bar{X} = 0,37 \pm 0,18$; TABLA 2) fueron bajas; éstos bajos valores fueron ocasionados por la dominancia de *Mesochaetopterus* sp. (Fig. 4). Las especies más abundantes fueron *Mesochaetopterus* sp., *N. antillensis*, *Dasybranchus* cf. *lumbricoides* y *S. hartmanae*. Se observaron diferencias significativas entre la abundancia mensual ($F = 2,458^{**}$; $p < 0,01$).

TABLA 2.- Atributos ecológicos medidos en las localidades estudiadas en la bahía de Mochima, Venezuela. (Promedio $\pm$ desviación estándar)

	Varadero	Toporo	Mangle Quemao	Ensenada de Reyes
Den. <i>T. testudinum</i> (ind.m ⁻²)	156,25 $\pm$ 45,56	105,39 $\pm$ 59,18	199,76 $\pm$ 108,60	188,73 $\pm$ 118,24
Biomasa <i>T. testudinum</i> (gr.m ⁻²)	93,03 $\pm$ 24,71	40,08 $\pm$ 13,26	104,41 $\pm$ 52,06	894,04 $\pm$ 279,6
Densidad de poliquetos (ind.m ⁻²)	356,50 $\pm$ 346,50	419,31 $\pm$ 87,32	5387,36 $\pm$ 2764,70	367,08 $\pm$ 103,25
Biomasa de poliquetos (gr.m ⁻²)	5,25 $\pm$ 1,67	4,64 $\pm$ 1,09	5,15 $\pm$ 3,58	2,12 $\pm$ 1,79
Número de especies	27; 5,67 $\pm$ 1,83	44; 12,83 $\pm$ 1,90	63; 23,08 $\pm$ 6,07	41; 10,75 $\pm$ 5,03
Diversidad de Shannon (bits.ind ⁻¹)	1,22 $\pm$ 0,51	3,23 $\pm$ 0,20	1,11 $\pm$ 0,34	2,02 $\pm$ 0,65
Equidad	0,73 $\pm$ 0,23	0,92 $\pm$ 0,03	0,37 $\pm$ 0,1	0,99 $\pm$ 0,05
Riqueza específica de Margalef	2,33 $\pm$ 1,04	1,34 $\pm$ 0,37	3,21 $\pm$ 0,37	2,83 $\pm$ 0,53

El análisis granulométrico del sedimento para Ensenada de Reyes mostró un predominio de las partículas del tamaño medio (57,69%), con un promedio en el contenido de materia orgánica de $\bar{X} = 3,42 \pm 1,13\%$. En esta localidad se registraron los valores promedios más altos de biomasa de *T. testudinum* ($\bar{X} = 8948,04 \pm 2279,6 \text{ gr.m}^{-2}$), así como de su densidad ($\bar{X} = 188,73 \pm 118,24 \text{ ind.m}^{-2}$; TABLA 2). En Ensenada de Reyes se registraron los valores más bajos de la densidad promedio ($\bar{X} = 367,08 \pm 103,25 \text{ ind.m}^{-2}$) y biomasa ($\bar{X} = 2,12 \pm 1,79 \text{ gr.m}^{-2}$) de poliquetos (TABLA 2); se identificaron 41 especies ($\bar{X} = 10,75 \pm 5,03$), la diversidad ($\bar{X} = 2,02 \pm 0,65 \text{ bits.ind}^{-1}$), equitatividad ($\bar{X} = 0,99 \pm 0,05$; Fig. 4) y riqueza específica de Margalef ($\bar{X} = 2,83 \pm 0,53$) fueron altas. Las especies *N. antillensis* y *A. mutans* resultaron ser las especies más abundantes. Se encontraron diferencias significativas entre la abundancia mensual de los organismos ($F = 3,965^{***}$; $p < 0,001$).

En total se identificaron 94 especies ($\bar{X} = 13,08 \pm 2,17$). Los valores promedio para toda la comunidad fueron los siguientes: densidad $\bar{X} = 1631,61 \pm 1278,68 \text{ ind.m}^{-2}$; biomasa $\bar{X} = 2,12 \pm 1,79 \text{ gr.m}^{-2}$; diversidad $\bar{X} = 1,67 \pm 0,19 \text{ bits.ind}^{-1}$; equitatividad $\bar{X} = 0,73 \pm 0,12$; riqueza específica de Margalef $\bar{X} = 2,31 \pm 0,97$. El coeficiente para la comunidad de Vareschi resultó bajo, con un porcentaje apenas de 9,7%; ello obedece a que sólo nueve especies (*Arabella iricolor*, *Naineris setosa*, *Nicomache antillensis*, *Glycera abbranchiata*, *Exogone dispar*, *Rashgua lobatus*, *Dasybranchus cf. lumbricoides*, *Hydroides bispinosa*) resultaron comunes a las cuatro localidades, lo que evidencia la heterogeneidad de las comunidades estudiadas. El índice biológico de la dominancia (McCLOSKEY, 1970) muestra seis especies dominantes para Mangle Quemao y Toporo y cuatro especies dominantes para Ensenada de Reyes y Varadero. Las especies dominantes y comunes a las cuatro localidades fueron *N. antillensis* y *D. cf. lumbricoides* (TABLA 3; Fig. 5). Respecto a la constancia específica, Mangle Quemao y Toporo presentaron el mayor número de especies constantes, nueve y cinco, respectivamente, mientras que Ensenada de Reyes y Varadero presentaron dos cada una.

Sin embargo, el análisis pareado no mostró diferencias significativas entre ninguno de los niveles del factor Mes luego de aplicar corrección para múltiples comparaciones (p-valores ajustados), mientras que los niveles del factor Localidades resultaron significativamente diferentes entre sí (TABLA 5; Fig. 5), siendo V vs. MQ mostró el mayor valor de R^2 (0,063703) y ER vs. MQ el menor ($R^2 = 0,033703$) (Fig. 5). La correlación de Pearson resultó

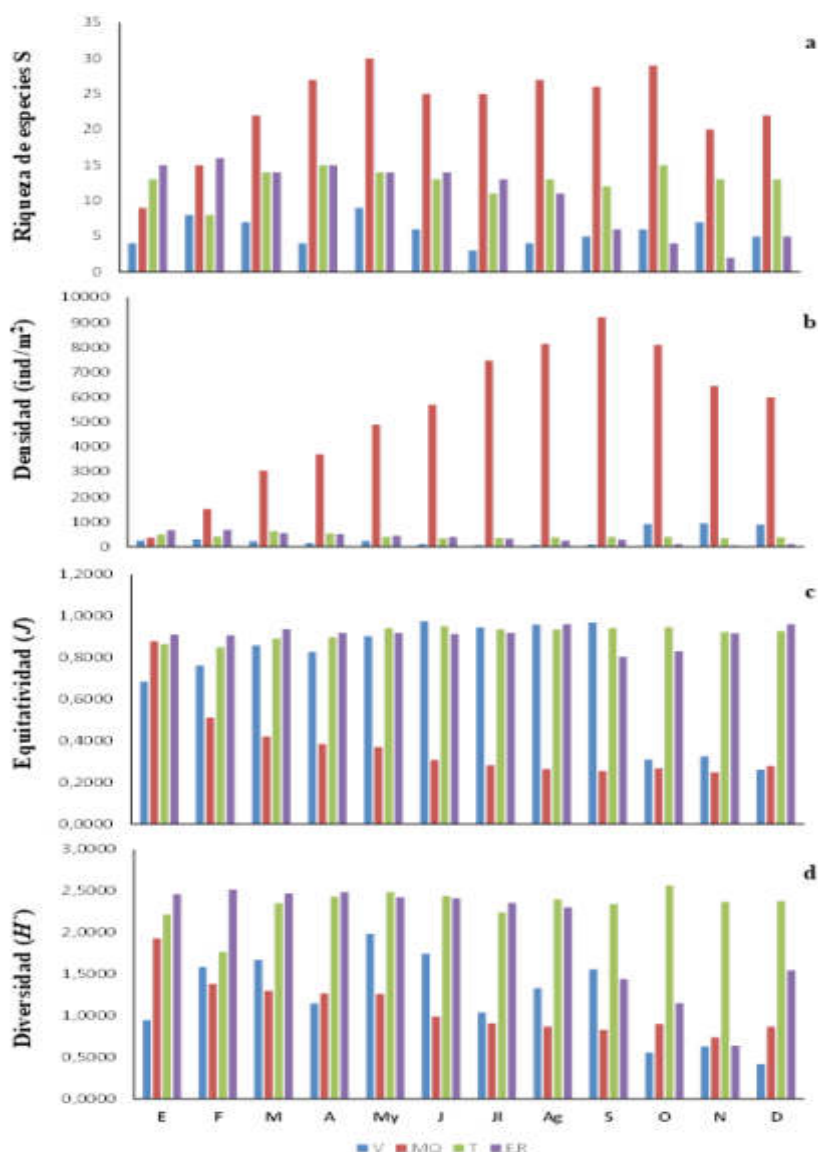


Fig. 4.- Promedios mensuales de la densidad poliquetos en las localidades estudiadas a.-Riqueza de especies; b.- Densidad; c.- Equitatividad; d.- Diversidad.

significativamente positiva entre la abundancia y la biomasa de poliquetos ($r = 0,479$, $p < 0.01$) y entre la biomasa de la *Thalassia* y la abundancia mensual de poliquetos ($r = 0.598$, $p < 0.05$). El PERMANOVA mostró que existen diferencias altamente significativas de la abundancia de los poliquetos con los factores considerados: Costa ($F = 9,68^{***}$; $p < 0,001$); entre meses ($F = 2,21^{***}$; $p > 0,001$); y en la interacción Costa-Localidad ($6,13^{***}$ $p < 0,001$) (TABLA 4).

TABLA 3.- Índice de dominancia de McCloskey para las especies dominantes para cada estación. (Valores expresados en %).

Especies	Mangle Quemao	Ensenada de Reyes	Toporo	Varadero
<i>Nicomache antillensis</i>	6,99	14,95	9,15	16,90
<i>Dasybranchus cf. lumbricoides</i>	5,88	9,95	8,65	5,90
<i>Arabella iricolor</i>	5,85	9,52		
<i>Mesochaetopterus</i> spB.	5,17			
<i>Mesochaetopterus</i> spA.	4,83			
<i>Hemipodus californiensis</i>	4,19			
<i>Terebella pterochaeta</i>		4,66		
<i>Terebellides carmenesis</i>			11,80	
<i>Pileolaria militaris</i>			5,35	9,87
<i>Spiophanes</i> sp.			5,85	
<i>Malacoceros caricoensis</i>			4,29	
<i>Naineris setosa</i>				10,85

TABLA 4.- Resultado de la prueba PERMANOVA para las fuentes de variación consideradas en este estudio.

Predictor	Gl	Suma de cuadrados	R ²	F	Pr(>F)	
Mes	11	9,698	0,07995	2,2193	0,001	***
Costa	1	3,847	0,03171	9,6838	0,001	***
Costa-Localidad	2	4,87	0,04015	6,1302	0,001	***
Residual	259	102,883	0,84819			
Total	273	121,298	1			

TABLA 5.- Resultados de la prueba Pairwise para el PERMANOVA. Nivel de significación (p) de las diferencias entre la estructura de la poliquetofauna entre localidades. (Datos transformados a Raíz cuarta)

pairs	Df	SumsOfSqs	F.Model	R ²	p.value	p.adjusted
V vs ER	1	2,668341	6,313311	0,055716***	0,001	0,006
V vs MQ	1	3,825529	9,253045	0,063703***	0,001	0,006
V vs T	1	2,969008	6,851297	0,05444***	0,001	0,006
ER vs MQ	1	2,116817	5,266642	0,033703***	0,001	0,006
ER vs T	1	2,963003	7,085891	0,050224***	0,001	0,006
MQ vs T	1	3,464118	8,423101	0,049136***	0,001	0,006

Con respecto a la clasificación de los poliquetos de acuerdo con su nivel trófico, los poliquetos alimentadores de depósito superficial tentaculados representan el 32%, seguido por los carnívoros mandibulados con el 28% y los filtradores con el 19%.

Finalmente, el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) muestra un porcentaje de variación acumulada del 88,7% en los dos primeros ejes, este resultado indica que las variables ambientales consideradas (contenido de materia orgánica en el sedimento y constitución granulométrica) podrían explicar la distribución de las especies y su relación con estas variables abióticas; sin embargo, no se

descarta que otros(s) factor(es) no considerados tales como el oxígeno en el sedimento, la temperatura, etc. Podrían complementar esta explicación, (Fig. 6).

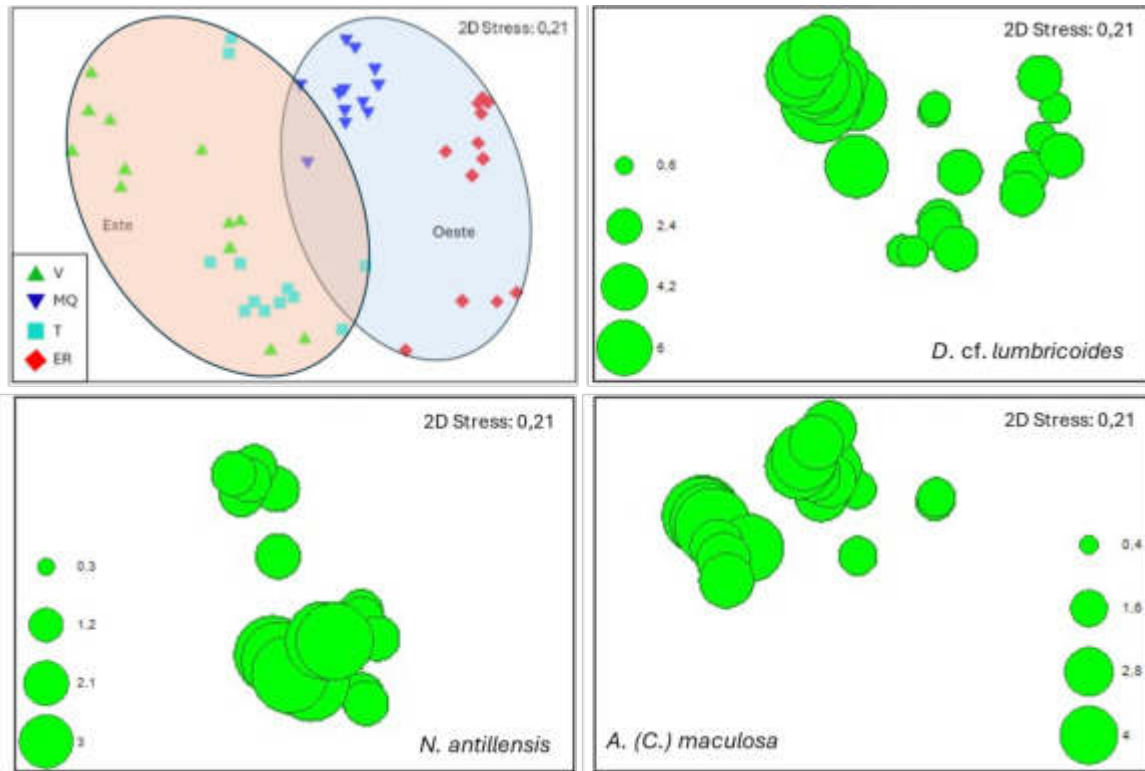


Fig.- 5. Escalamiento multidimensional no métrico (nMDA) para la abundancia de poliquetos asociados a *Thalassia testudinum* entre localidades y costas y nMDS de burbuja para las tres principales especies dominantes.

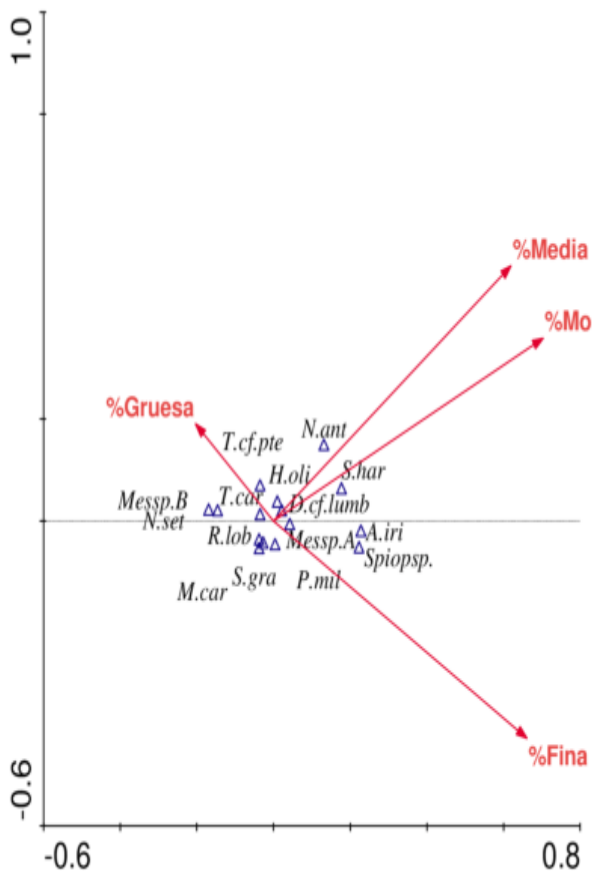


Fig. 6.- Proyección ortogonal de los dos primeros componentes del Análisis de Correspondencia Canónica entre las variables físico-químicas del sedimento y la comunidad de poliquetos de Bahía de Mochima (Datos transformados a raíz cuadrada). Donde: *A.iri*: *Arabella iricolor*; *D.cf.lumb*: *Dasybranchus cf. lumbricoides*; *H.cal*: *Hemipodia californiensis*; *M.car*: *Malacoceros cariacensis*; *Messp.A*: *Mesochaetopterus* sp. A; *Messp.B*: *Mesochaetopterus* sp. B, *N.set*: *Naineris setosa*; *N.ant*: *Nicomache antillensis*; *P.mil*: *Pileolaria militaris*; *R.lob*: *Rasghua lobatus*; *Spiop.sp.*: *Spiophanes* sp. *S.har*: *Streblosoma hartmanae*; *S.gra*: *Syllis gracilis*, *T.cf.pte*: *Terebella cf. pterochaeta*; *T.car*: *Terebellides carmenesis*. MO: materia orgánica; Fina: partículas finas; Media: partículas media; Gruesa: partículas gruesas.

DISCUSIÓN

La variación observada en los valores de temperatura coincide con aquellos registrados por MÁRQUEZ-ROJAS *et al.* (2007) y que estaría relacionada con los dos pulsos de surgencia del área. Respecto a la salinidad, la variación fue menos marcada y posiblemente estarían relacionados con el hecho de que la bahía no recibe aportes importantes de agua dulce, excepto durante el período de lluvias, que es el que establece la marcada estacionalidad climatológica de la región (GÓMEZ & CHANUT 1993).

El número de especies identificadas en el presente estudio es superior a lo señalado por SAN MARTÍN *et al.* (1990), CRUZ-ÁBREGO *et al.* (1994), JIMÉNEZ-PRIETO *et al.* (2000), TUYA *et al.* (2001), GALINDO & BONE (2001), BONE *et al.* (2024) y DÍAZ-DÍAZ *et al.* (2024 a,b). La gran diferencia o heterogeneidad en la composición específica de la poliquetofauna entre las localidades estudiadas estaría relacionada con las características del sedimento y de la cercanía con otros ecosistemas (manglar y formaciones coralinas) en algunas de las localidades. Aun cuando, Varadero y Mangle Quemao presentan un predominio de material fino, en la primera se observa un mayor contenido de materia orgánica en el sedimento y en suspensión. Además, está ubicada en una zona protegida, cuyas costas están pobladas de *Rhizophora mangle*, de poca circulación y poca energía lo que contribuye a elevar la biomasa y la productividad de la *T. testudinum* (GUTIÉRREZ-AGUIRRE *et al.* 2000). Esta localidad, segunda en biomasa y tercera en abundancia de la fanerógama, presentó la menor abundancia y riqueza de especies. Por su parte, en Mangle Quemao se observó una mayor compactación del sedimento, además en ésta localidad se encontró la mayor abundancia de *Thalassia* que contribuyen significativamente a la estabilidad del sustrato, de allí que en ésta se observa la mayor abundancia y riqueza de especies. Sin embargo, la diversidad no fue la mayor, debido a la dominancia de *Mesochaetopterus* sp. que representó más del 68% de la abundancia total. En Ensenada de Reyes y Toporo se encontró un predominio de partículas de tamaño medio, en esta última localidad se observó un importante aporte de un pequeño río, particularmente activo durante la época de lluvias que además aporta material biogénico y gran cantidad de materia orgánica en suspensión. Por otro lado, la mayor densidad de la pradera observada en Mangle Quemao y Ensenada de Reyes, evidencian mejores condiciones ambientales (nutrientes, luz, etc.) que favorecen el desarrollo de la fanerógama (UDY & DENNISON 1977), proporcionando de esta manera una mayor cantidad de microhábitats para la macrofauna bentónica, así como protección contra los depredadores, alimento y áreas de reproducción (BITTER 1988; CRUZ-ÁBREGO *et al.* 1994).

Son numerosos los estudios que señalan que la mayor abundancia de organismos se encuentra en localidades con mayor cobertura de fanerógamas y algas macrofiticas (ORTH *et al.* 1984; LIÑERO-ARANA & DÍAZ-DÍAZ 2006; BONE *et al.* 2024), mientras que HECK & WETSTONE (1977) lo refieren para aquellas con mayor contenido de biomasa vegetal, lo cual permite la presencia de un mayor número de especies y en general mayor abundancia de invertebrados. En el presente estudio, la correlación significativa obtenida entre el número de brotes de *Thalassia* y la abundancia de poliquetos confirma que la mayor biomasa de esta pradera marina conlleva una mayor abundancia y diversidad de macrofauna, y en consecuencia una mejor protección contra depredadores y contra la excesiva insolación (OCAMPO-ÁLVAREZ *et al.* 2020), lo cual es consistente con los resultados antes referidos. A pesar de ello, resulta contradictorio a los resultados obtenidos en Varadero, que siendo la segunda localidad en biomasa de *Thalassia* resultó ser la más pobre en abundancia de poliquetos, pero que podría explicarse por el contenido de materia orgánica y material en suspensión en la columna de agua.

En Venezuela existen pocos trabajos de investigación sobre la estructura comunitaria de estos anélidos, entre ellos se citan BONE & SAN MARTÍN (2003), LIÑERO-ARANA & DÍAZ-DÍAZ (2006), BONE *et al.* (2024) y unos pocos trabajos ecológicos sobre macrofauna bentónica que involucra a los poliquetos (JIMÉNEZ-PRIETO *et al.* 2000; RODRÍGUEZ & VILLAMIZAR 2000; BONE & LIÑERO-ARANA 2003; JIMÉNEZ-RAMOS & ACOSTA-BALBÀS 2020). En los trabajos antes referidos el número de especies de poliquetos registrados fue mucho menor que los registrados en el presente estudio (94 especies). BONE & SAN MARTÍN (2003), identificaron 60 especies, mientras que LIÑERO-ARANA & DÍAZ-DÍAZ (2006), reportaron 22 especies y BONE

et al. (2024), 67 especies. En todos estos estudios la familia Syllidae fue la más diversa con 41, 6 y 35 especies respectivamente, y con nuevos registros de especies de poliquetos para las zonas estudiadas. En la presente investigación las familias mejor representadas fueron Terebellidae y Serpulidae con 10 especies cada una y Spionidae y Syllidae con 9 especies cada una.

La comunidad de poliquetos evaluada presentó tendencias espacio-temporales. Resultados similares fueron referidos por DA CUNHA-LANA & GUISS (1991) y BONE *et al.* (2024), aunque en el primer caso referente a una gramínea intermareal. BONE *et al.* (2024) aluden la variación temporal a un evento de lluvias atípico que ocurrió en el mes de diciembre anterior y explican que se trata de pulsos o respuestas-pico, posiblemente seguida de una mortandad, migración y/o dispersión importante hacia otros ambientes. Caso similar fue registrado por CHOLLETT & BONE (2007) en localidades del PN Morrocoy, Venezuela, producto de la hiposalinidad ocasionada por las lluvias, principalmente en las localidades más internas. En nuestro caso, no hay aportes importantes de agua dulce ni tampoco eventos atípicos de precipitaciones, por lo que la variación encontrada podría estar asociada a otros factores físico-químicos tales como la dinámica de la bahía, las corrientes e inclusive la topografía marina del sector o biológicos tales como procesos y estrategias reproductivas, patrones de dispersión, reclutamiento, disponibilidad de microhábitat, competencia, sin descartar el desarrollo o salud de la pradera de *T. testudinum*, o las interacciones entre la fanerógama con moluscos, esponjas y corales y por supuesto la de los poliquetos con todos estos fila, tal y como lo señalan BONE *et al.* (2024).

En tal sentido, en el presente estudio se observó una relación positiva entre la biomasa de la *T. testudinum* y la abundancia de poliquetos, pero no entre los componentes de la fanerógama, como lo señala LIÑERO-ARANA & DÍAZ-DÍAZ (2006); en ese estudio se encontró una correlación significativa y positiva entre el número de vástagos de *T. testudinum* con la abundancia y riqueza de especies de los poliquetos. Por su parte, BONE *et al.* (2024) encontraron relaciones significativas entre algunos componentes de la fanerógama (biomasa de hojas, rizoma, raíces y macroalgas, y densidad de vástagos) y la abundancia de poliquetos.

Las densidades relativas mostraron un patrón ascendente desde mayo hasta alcanzar un pico de abundancia en septiembre que coincidiría parcialmente con los procesos reproductivos registrados en varios estudios realizados en invertebrados de la costa noreste de Venezuela (LIÑERO-ARANA & DÍAZ-DÍAZ 2006). GÓMEZ *et al.* (1995) reportaron dos picos reproductivos el primero entre enero y abril, y el segundo entre mayo y agosto y que estarían asociados al proceso de la surgencia en la costa noreste de Venezuela, que comienza en noviembre y alcanza su máxima intensidad de enero a abril, con otro pico de menor intensidad en julio-agosto (RUEDA-ROA & MULLER-KARGER 2013; JURY 2017; NARVÁEZ-RUIZ *et al.* 2019).

El alto porcentaje de especies tubícolas, particularmente de *Mesochaetopterus* sp. A, así como de especies de Maldanidae y Sabellidae en Mangle Quemado permite presumir la eficiencia de los tubos contra depredadores (WOODIN 1978, 1981), en esta localidad los poliquetos tubícolas representaron más del 55% del total de la riqueza, mientras que los carnívoros más del 33%. Esto resultados coinciden con los hallados por LIÑERO-ARANA & DÍAZ-DÍAZ (2006) quienes señalaron la evidente presencia de un mayor número de especies tubícolas respecto a especies carnívoras y omnívoras, respectivamente. Respecto a las especies suspensívoras tanto en los estudios antes señalados como éste se observó un porcentaje discreto en la composición (15,96%), que puede atribuirse a la alta turbidez en la columna de agua o a la poca disponibilidad de un sustrato efectivo donde fijarse, así por ejemplo en Toporo la presencia de *Pileolaria militaris* que fue la especie más abundante de la familia Serpulidae, obedece principalmente a que es una especie de pequeño tamaño y en este caso fijada sobre las hojas de la fanerógama, el resto de las especies de serpulidos y sabélidos (excepto *N. phaeotaenia*, *B. arenosa* y *A. heterops*) también son de pequeño tamaño, que estaban fijadas a las hojas pero muy cerca de la base de cada planta. Mientras que las especies de mayor tamaño estaban asociados al sedimento.

Por otro lado, los mayores valores de riqueza y abundancia de poliquetos se registraron en Mangle Quemado, posiblemente, debido a la dinámica de esta localidad ya que está más cerca de la entrada de

la bahía, y posiblemente el tener una mayor exposición al oleaje, los vientos y las corrientes favorece a valores encontrados, y particularmente la presencia de un número significativo de especies de la familia Syllidae que son considerados indicadores del estado ecológico debido a la alta sensibilidad mostrada ante alteraciones ambientales (DÍAZ-DÍAZ & ROZBACZYLO 2021a); aunque la diversidad promedio hallada resultó la menor en todo el estudio, debido principalmente a la dominancia de los quetoptéridos. A ello se le adiciona las características físico-químicas del sedimento y que esta localidad presentó la mayor densidad y biomasa promedio de la fanerógama. DÍAZ-DÍAZ *et al.* (2014b) señalaron la importancia de las características del sedimento en la distribución de los poliquetos, aunque el referido trabajo fue realizado en fondos blandos desnudos; en este, la textura de sedimentos indicó un 98% de variación en su análisis de correspondencia canónica para el primer componente, lo que claramente evidencia la importancia de esta variable en la distribución de los organismos. Por su parte, DÍAZ-DÍAZ (2017) encontró que para el Golfo de Venezuela una varianza acumulada de 85% en los dos primeros componentes, lo que significa una calidad de representación considerablemente alta; que además permitió reconocer tres zonas bien diferentes y especies particulares para cada una y con variables abióticas también diferenciadas. En ese sentido, reconoció la presencia de tres zonas: Zona 1, la salinidad, los porcentajes de materia orgánica y partículas finas, parecen ser las responsables de la presencia de *Owenia bolagnosi* y *Diopatra* cf. *neotridens* en dicha zona; para la Zona 2, con la temperatura y % de carbono orgánico como responsables, con la presencia de *Polyodontes oculatea*, *Hesione* cf. *picta* y *Dasybranchus* cf. *lumbricoides* estaría asociada a estas variables. La Zona 3 estaría posiblemente influenciada por la profundidad y constitución granulométrica, con *Sthenelais* sp., *Rasghua lobatus*, *Hyalinoecia juvenaliis*, *Glycera sphyrabrancha*, *Polyodontes panamensis* y *Sabaco elongatus* como las especies principalmente asociadas a esta zona, y donde las tres últimas estarían principalmente asociadas a la profundidad. *Diopatra tridentata* resultó ser la única especie dominante que resultó ser común a las tres zonas, con lo cual su presencia se explicaría por la plasticidad de esta especie a adecuarse a los rangos de las variables consideradas y/o no estaría condicionada a una o dos variables ambientales específicamente. Si bien los dos trabajos antes mencionados se realizaron en fondos blandos desnudos proporciona información sobre la importancia de las características físicas del sedimento en la distribución de los poliquetos.

La presencia de un gran número de especies alimentadoras de depósito superficial y subsuperficiales, y filtradoras, que constituyen en conjuntos más del 50% de las especies identificadas y de las cuales cinco (*T. pterochaeta*, *L. salazari*, *Piromis* sp., *N. antillensis* y *Mesochaetopterus* sp.) se ubican entre las especies dominantes (TABLA 3), podría explicarse por el predominio de sedimentos finos en las localidades, inclusive en Varadero, localidad con el menor número de especies (27), éstas constituyen el 52%. Resultados similares fueron obtenidos por REYES-BARRAGÁN & SALAZAR-VALLEJO (1990). IBÁÑEZ-AGUIRRE & SOLÍS WEISS (1986) señalan que la presencia de un número importante de éstas se corresponde con el tipo de sustrato. Por otro lado, aun cuando HUTCHINGS & RECHER (1974) indican que la presencia de un gran número de especies y la gran variabilidad de hábitos alimenticios contribuyen a la estabilidad del ambiente, se refieren a que la mayoría de estas son constantes en el tiempo, aunque el número de especies registradas es considerablemente mayor al señalado por otros estudios, los resultados obtenidos arrojan un alto porcentaje de especies accidentales y accesorias que implica la inestabilidad en este tipo de sustrato, a lo cual además podría sumarse la depredación y el desplazamiento de especies.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son relevantes considerando el escaso conocimiento que se tiene sobre la poliquetofauna en costa venezolana, particularmente desde el punto de vista ecológico. En tal sentido, ante la escasez de información sobre la bionomía de poliquetos, indica la necesidad de incrementar los estudios que relacionen los diferentes procesos oceanográficos, no sólo la surgencia, con la macrofauna y meiofauna bentónica. En este sentido se entiende que para poder lograr ese objetivo se requiere de una sinergia entre varias disciplinas, que incluyen desde la taxonomía hasta la ecología de poblaciones pasando por procesos oceanográficos que ayuden para comprender mejor la dinámica de mecanismos básicos que controlan el funcionamiento de

los ambientes marino-costeros; y así en este caso, el funcionamiento del ecosistema de praderas de fanerógamas, y la dinámica y estructura comunitaria asociada a éstas.

AGRADECIMIENTOS

Los investigadores desean expresar su agradecimiento a los editores adjuntos, para este número especial, por permitirnos rescatar uno de los trabajos que quedaron en el tintero antes de la partida del Dr. Liñero-Arana, y esta es la manera que todos aquellos investigadores que nos formamos en los laboratorios de Ecología de Bentos y Biología de Poliquetos bajo la supervisión del Dr. Liñero-Arana le rendimos tributo a su legado. Esta investigación corresponde al Proyecto S1-2000000946 “Diversidad y variación espacio-temporal de la estructura de la macrofauna, meiofauna y macroflora bénticas en praderas de *Thalassia testudinum* en la bahía de Mochima, estado Sucre”.

REFERENCIAS

- ANDERSON, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecol.*, 26: 32-46. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x>
- BARRIOS MONTILLA, J. & O. DÍAZ-DÍAZ. 2005. Algas epífitas de *Thalassia testudinum* en el parque nacional Mochima, Venezuela. *Bol. Cen. Invest. Biol.*, 39 (1): 1 - 14.
- BELLO, G. 1989. Comunità di gasteropodi di una prateria di *Thalassia testudinum* di St. Croix, Caraibi. *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.* 17: 15-26.
- BITTER, R. 1988. *Análisis multivariado de la comunidad asociada a Thalassia testudinum en el Parque Nacional Morrocoy*. Trab. Grado doctoral. Univ. Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 144pp.
- BONE, D. & G. SAN MARTÍN. 2003. Ecological aspects of syllids (Annelida: Polychaeta: Syllidae) on *Thalassia testudinum* beds in Venezuela. *Hydrobiologia* 496: 289-298.
- BONE, D. & I. LIÑERO-ARANA. 2003. “Anélidos”. En: *Biodiversidad en Venezuela*. Eds. M. Aguilera, A. Azocar, & E. González Jiménez. Fundación Polar and Ministerio de Ciencia y Tecnología, Caracas. I: 264–272.
- BONE, D., C. T. RODRÍGUEZ & A. LÓPEZ. 2024. Anélidos poliquetos asociados a praderas de *Thalassia testudinum* K. D. Koenig 1805, en el Parque Nacional Morrocoy, Falcón, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.*, 63(02): 15-30.
- CHOLLETT, I. & D. BONE. 2007. Effects of heavy rainfall on polychaetes: Differential spatial patterns generated by a large-scale disturbance. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 340:113-125.
- CRUZ-ÁBREGO, F. M., P. HERNÁNDEZ-ALCÁNTARA & V. SOLÍS-WEISS. 1994. Estudio de la fauna de poliquetos (Annelida) moluscos (Gastropoda y Bivalvia) asociada con ambientes de pastos marinos *Thalassia testudinum* y manglares (*Rhizophora mangle*) en la Laguna de Términos, Campeche, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 21 (1y2): 1-13.
- DA CUNHA-LANA, P. & C. GUISS. 1991. Influence of *Spartina alterniflora* on structure and temporal variability of macrobenthic associations in a tidal flat of Paranaguá Bay (southeastern Brazil). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 73: 231-244.
- DAJOZ, R. 1978. *Précis d'Écologie*. Dunod, Paris 105 pp.
- DÍAZ-DÍAZ, O. 2017. *Poliquetos de la Megafauna del Golfo de Venezuela*. Trab. Grad. Doctoral, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 300pp.
- DÍAZ-DÍAZ, O. & I. LIÑERO-ARANA. 2000. Poliquetos asociados a substratos artificiales sumergidos en la costa nororiental de Venezuela I: Terebellidae. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, Venezuela*, 39(1&2): 56-70.

- DÍAZ-DÍAZ, O. & N. ROZBACZYLO. 2021a. Poliquetos bentónicos en Chile asociados a hábitats vulnerables. Díaz-Díaz, O. & N. Rozbaczylo (eds.). Santiago, Chile, 204 pp.
- DÍAZ-DÍAZ, O. & N. ROZBACZYLO. 2021b. *Poliquetos bentónicos en Chile: indicadores de estado ecológico*. Díaz-Díaz, O. & Rozbaczylo, N. (eds.). Santiago, Chile, 148 pp.
- DÍAZ-DÍAZ, O., L. TROCCOLI & O. E. DÍAZ-PÉREZ. 2014a. Estructura de la comunidad de Poliquetos de fondos blandos en tres localidades de la Bahía de Mochima, Venezuela. *Scientia (Panamá)*. 23(2): 65 - 88.
- DÍAZ-DÍAZ, O., A. CÁRDENAS-OLIVA & I. LIÑERO-ARANA. 2014b. *Caulleriella petersenae* n. sp. and two new records of Cirratulidae (Annelida: Polychaeta) from Venezuela. *Bol. Invest. Mar. Cost., - INVEMAR*. 43: 351-361
- DÍAZ-DÍAZ, O., A. GARRIDO & J. BARRIOS-MONTILLA. 2024a. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) asociados a dos especies de *Caulerpa* J.V. Lamouroux, 1809 (Chlorophyta: Caulerpaceae) del Parque Nacional Laguna La Restinga, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.*, 63(02): 31-46.
- DÍAZ-DÍAZ, O., I. LIÑERO-ARANA & M. NARVÁEZ-RUIZ. 2024b. Community structure of benthic polychaete from Mánamo Creek, Delta Orinoco River, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.*, 63(02): 168-181.
- GALINDO, L. & D. BONE. 2001. Estructura comunitaria de poliquetos y su relación con praderas de *Thalassia testudinum*, Parque Nacional Morrocoy, Venezuela. *Memorias IX Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar (COLACMAR), San Andrés Isla, Colombia*: 176.
- GÓMEZ, A. & J. CHANUT. 1993. Hidrografía, producción y abundancia planctónica al sur de la Isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente* 32(1 y 2): 27-44.
- GÓMEZ, J.A., I. LIÑERO & J. FERMÍN. 1995. Estudios ecológicos sobre *Lima scabra* (Born, 1768) (Pelecypoda: Limidae) en el Golfo de Cariaco, Venezuela. I. Censo y Relaciones Morfométricas. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.*, 34: 109-119.
- GÓMEZ-PAIVA, V., O. DÍAZ-DÍAZ, B. RÍOS & R. CRESCINI. 2016. New records of polychaetes (Polychaeta, Annelida) associated to *Thalassia testudinum* at Boca de Rio bay, Nueva Esparta, Venezuela. *Pan-Amer. J. Aq. Sci.*, 11 - 2: 113 - 122.
- GRANADA, L., N. SOUSA, S. LOPES & M. F. L. LEMOS. 2015. Is integrated multitrophic aquaculture the solution to the sectors' major challenges? – A review. *Rev. Aquac.*, 6, 1–18. <https://doi.org/10.1111/raq.12093>.
- GUTIÉRREZ-AGUIRRE, M., M. G. DE LA FUENTE-BETANCOURT & A. CERVANTES-MARTÍNEZ. 2000. Biomasa y densidad de dos especies de pastos marinos en el sur de Quintana Roo, México. *Rev. Biol. Trop.* 48(2/3): 313-316.
- HARTMAN, O. 1944. Polychaetous Annelids. *Allan Hancock Atl. Exped., Rep.* 3: 1 – 33
- HECK, K. L. JR. & G. S. WETSTONE. 1977. Habit complexity and invertebrate's species richness and abundance in tropical seagrass meadows. *J. Biogeograf.*, 4: 135-142.
- HUTCHINGS, P. & H. F. RECHER. 1974. The fauna of Careel Bay with comments on the ecology of mangrove and seagrass communities. *Aus. Zool.*, 18(2): 99-128.
- IBAÑEZ-AGUIRRE, A. L. & V. SOLÍS-WEISS 1986. Anélidos poliquetos de las praderas de *Thalassia testudinum* del Noroeste de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Rev. Biol. Trop.* 34(1): 35-47.
- JIMÉNEZ-PRieto, M., I. LIÑERO-ARANA, J.P. BLANCO-RAMBLA & J. FERMÍN. 2000. Macrofauna béntica asociada con *Thalassia testudinum* en Bahía de Mochima, Sucre, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 48(1): 233-242.

- JIMÉNEZ-RAMOS, E. & V ACOSTA-BALBÁS. 2020. Macroinvertebrados bentónicos asociados a *Thalassia testudinum* (Hydrocharitaceae), en el nororiente de Venezuela. *Hidrobiológica*, 30 (1): 73-92
- JUMARS, P. A., K. M. DORGAN & S. M. LINDSAY. 2015. Diet of Worms Emended: An Update of Polychaeta Feeding Guilds. *Annu. Rev. Mar. Sci.*, 7:497–520
- JURY, M. R. 2017. Eastern Venezuela coastal upwelling in context of regional weather and climate variability. *Reg. Stud. Mar. Sci.* Doi.org/10.1016/j.rsma.2017.10.010
- KITTING, C. L. 1984. Selectivity by dense populations of small invertebrates foraging among seagrass blade surfaces. *Estuaries*, 7(4A): 276-288.
- LIÑERO-ARANA, I. 1983. Dos nuevas especies de Nereidae (Polychaeta: Errantia) de la costa oriental de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 22(1&2): 3-6
- LIÑERO-ARANA, I. 1984. Poliquetos errantes bentónicos de la plataforma nororiental de Venezuela. I. Acoetidae. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 23(1&2): 183-194.
- LIÑERO-ARANA, I. 1985. Poliquetos errantes bentónicos de la plataforma nororiental de Venezuela. II. Eunicidae. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 24(1&2): 91-103.
- LIÑERO-ARANA, I. 1988a. Poliquetos errantes bentónicos de la plataforma nororiental de Venezuela. III. Glyceridae. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 27(1&2): 41-50.
- LIÑERO-ARANA, I. 1988b. Presencia de *Eupolyodontes batabanoensis* Ibarzábal 1988 en la costa de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 27(1&2): 51-55
- LIÑERO-ARANA, I. 1991. Poliquetos con élitros (Annelida: Polychaeta) de la costa nororiental de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 30 (1&2): 17-30.
- LIÑERO-ARANA, I. 1993. Anélidos poliquetos de la costa nororiental de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 32(1&2): 17-26.
- LIÑERO-ARANA, I. 1994. Poliquetos errantes bentónicos de la plataforma nororiental de Venezuela. IV. Onuphidae. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 33(1&2): 87-100.
- LIÑERO-ARANA, I. 1996a. Capitellidae (Annelida: Polychaeta) from the north-eastern coast of Venezuela. *Caribb. Mar. Stud.*, Vol. 5: 51–57.
- LIÑERO-ARANA, I. 1996b. *Aspectos bioecológicos de los poliquetos y descripción de algunas especies bénticas de la costa nororiental de Venezuela*. Trab. Asc. Prof. Titular. Universidad de Oriente, Venezuela. 256pp.
- LIÑERO-ARANA, I. & G. REYES-VÁSQUEZ. 1979. Nereidae (Polychaeta: Errantia) del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 18(1&2): 3-12.
- LIÑERO-ARANA, I. & O. DÍAZ-DÍAZ. 2006. Polychaeta (Annelida) associated with *Thalassia testudinum*, Bank ex Köning 1805 from northeastern coast of Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 54: 971 - 978.
- LIÑERO-ARANA, I. & O. DÍAZ-DÍAZ. 2011. *Poliquetos de Venezuela: Aspectos biológicos y ecológicos*. Editorial Universitaria, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 147pp.
- MARGALEF, R. 1977. *Ecología*. Ed. Omega, Barcelona, España 951 pp.
- MARQUÉS, B., R. CALADO & A. I. LILLEBØ. 2017. New species for the biomitigation of a super-intensive marine fish farm effluent: Combined use of polychaete-assisted sand filters and halophyte aquaponics. *Sci. Tot. Environ.*, 599–600: 1922–1928. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.121>

- MÁRQUEZ-ROJAS, B., B. MARÍN, J. R. DÍAZ-RAMOS, L. TROCCOLI & S. SUBERO-PINO. 2007. Variación estacional y vertical de la biomasa del macrozooplancton en la bahía de Mochima, Estado Sucre - Venezuela, durante 1997 – 1998. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 42(3): 241 – 252.
- MARTINEZ, ARBIZU. P. 2017. `_pairwiseAdonis`: Pairwise Multilevel Comparison using Adonis_. R package version 0.4.1, commit cb190f7668a0c82c0b0853927db239e7b9ec3e83, <https://github.com/pmartinezarbizu/pairwiseAdonis>.
- MARTÍNEZ, G., D. HERNÁNDEZ, F. BRITO, I. FERMÍN, A. MÁRQUEZ, R. DE LA CRUZ, G. RODRÍGUEZ, M. GONZÁLEZ, E. PARRA, A. MÁRQUEZ & F. PINTO. 2013a. Hidroquímica de las aguas del Caño Mánamo, Delta del Río Orinoco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.*, 52 (1): 5-15
- MARTÍNEZ, G., J. SERPA, F. PINTO, E. PARRA, I. FERMÍN, R. DE LA CRUZ, G. RODRÍGUEZ, F. BRITO, M. GONZÁLEZ, D. HERNÁNDEZ, A. MÁRQUEZ & A. BENÍTEZ. 2013b. Caracterización geoquímica de los sedimentos superficiales del Caño Mánamo, Delta del Río Orinoco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.*, 52 (1): 29-41.
- MORGAN, M. D. & C. L. KITTING. 1984. Productivity and utilization of the seagrass *Halodule wrightii* and its attached epiphytes. *Limnol. Oceanogr.*, 29: 1066-1076.
- NARVÁEZ, M., B. MÁRQUEZ-ROJAS, L. TROCCOLI, B. MARÍN Y J.R. DÍAZ-RAMOS. 2019. Variabilidad a corto plazo del micro y mesozooplancton en la bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela, durante la época de sequía. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.*, 58 (2): 38-53.
- OCAMPO-ÁLVAREZ, H., R. GARCÍA-PACHECO, A. E. ROMO-CURIEL, A. BECERRIL-ESPINOSA & M. E. GALLEGOS-MARTÍNEZ. 2020. Benthic macrofauna, at Class level, in a tropical seagrass meadow exposed to open sea: relation with environmental variables. *Hidrobiológica* 30 (1): 1-12. <https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2020v30n1/ocampo>
- OKSANEN, J., G. SIMPSON, F. BLANCHET, R. KINDT, P. LEGENDRE, P. MINCHIN, R. O'HARA, P. SOLYMOS, M. STEVENS, E. SZOECS, H. WAGNER, M. BARBOUR, M. BEDWARD, ET AL...C. BRAAK, J. WEEDON & T. BORMAN. 2025. `_vegan`: Community Ecology Package_. R package version 2.6-10, <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- ORTH, R. J., L. H. KENNETH & J. VAN MONFRANS. 1984. Faunal communities in seagrass beds: a review of the influence of plant structure and prey characteristics on predator-prey relationships. *Estuaries*, 7(4A): 339-350.
- R CORE TEAM. 2025. `_R`: A Language and Environment for Statistical Computing_. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- REYES-BARRAGÁN, M. & S. SALAZAR-VALLEJO. 1990. Bentos asociado al pastizal de *Holodule* (Potamogetonaceae) en Laguna de la Mancha, Veracruz, México, *Rev. Biol. Trop.* 38(3A): 167-173.
- RODRÍGUEZ, C. & E. VILLAMIZAR. 2000. Fauna bentónica asociada a una pradera de *Thalassia testudinum* (Hydrocharitaceae) en el Parque Nacional Morrocoy, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 48 Supl. 1: 243-249
- RUEDA-ROA, D. & F. MULLER-KARGER. 2013. The southern Caribbean upwelling system: Sea surface temperature, wind forcing and chlorophyll concentration patterns. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 78: 102-114
- SAN MARTÍN, G., S. ESTAPÉ, A. GARCÍA-OCEJO, C. GÓMEZ & P. JIMÉNEZ. 1990. Estudio de la taxocenosis de anélidos poliquetos de rizomas de *Posidonia oceanica* en las costas de Almería. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 6(1): 41-58.

- SAN MARTÍN, G. & D. BONE. 1999. Two new species of *Dentatisyllis* and *Branchiosyllis* (Polychaeta: Syllidae: Syllinae) from Venezuela. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 112: 319-326.
- SAN MARTÍN, G. & D. BONE. 2001. Syllidae (Polychaeta) de praderas de *Thalassia testudinum* en el Parque Nacional Morrocoy (Venezuela). *Rev. Biol. Trop.* 49 (2): 609-620.
- THAYER, G.W., K. A. BJORNDALE, J. C. OGDEN, S. L. WILLIAMS & J. C. ZIEMAN. 1984. Role of larger herbivores in seagrass communities. *Estuaries*, 7(4A): 351-376.
- TUYA, F., J. PÉREZ, L. MEDINA & A. LUQUE. 2001. Variaciones estacionales de la macrofauna de tres praderas marinas de *Cymodocea nodosa* en Gran Canaria (Centro-Este del Océano Atlántico). *Ciencias Marinas* 27(2): 223-234
- UDY, J. W. & W. C. DENNISON. 1997. Growth and physiological responses of three seagrass species to elevated sediment nutrients in Moreton Bay, Australia. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 2317: 253-277.
- UEBELACKER, J. M. 1984. *Introduction*. En: *Taxonomic guide to the polychaetes of the northern Gulf of Mexico*. Eds. J. M. UEBELACKER, P.G. JOHNSON & B. VITTOR BARRY A. VITTOR & Associates. Final Report to the Mineral Management Service, Inc., Mobile, Alabama. 3: (19) 1-5.
- WOODIN, S. A. 1978. Refuges, disturbance, and community structure: a marine soft-bottom example. *Ecology* 59: 274-284.
- WOODIN, S. A. 1981. Disturbance and community structure in a shallow water sand flat. *Ecology* 62: 1052-1066.

Recibido: Noviembre 2024

Aceptado: Junio 2025

APROXIMACIÓN A LÍNEA BASE DEL FITOPLANCTON DE AGUA DE LASTRE, DE BUQUES QUE ARRIBARON A LA BAHÍA DE BARCELONA, ZONA NORORIENTAL DE VENEZUELA (ENERO-MAYO 2023)

ELENA HERNÁNDEZ-ANDRADE^{1*}, LUIS TROCCOLI², DORKI PADRÓN ^{2,3}, ANTONIO BENÍTEZ¹ & JULIÁN CASTAÑEDA¹

¹*Departamento de Oceanografía, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.*

**Autor de correspondencia: hernandezlna@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8664-8494>*

arbm2210@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1390-9546>

jjcasta@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4705-9910>

²*Escuela de Ciencias Aplicadas al Mar, Núcleo de Nueva Esparta, Universidad de Oriente, Venezuela. luis.troccoli@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8684-6741>*

³*Producciones Marinas C.A. PRODUMARCA, Av. Cacique Maragüey CC Marina Plaza, Cumana Edo. Sucre. Sucursal Calle Cecilio Acosta, casa 2486, Lechería Edo. Anzoátegui. dorkipadron@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3748-3253>*

RESUMEN: El fitoplancton transportado por agua de lastre constituye una amenaza en las zonas costeras receptoras de buques comerciales. En la bahía de Barcelona, existe tráfico de buques que transportan hidrocarburos, y es importante el monitoreo del fitoplancton del agua de lastre. En ese sentido, el puerto petrolero José Antonio Anzoátegui, representa un incremento en el riesgo de introducción de especies invasoras a través de aguas de lastre, con el riesgo potencialmente peligroso para el equilibrio biológico de los diferentes ecosistemas locales. En el presente estudio, se realizó el seguimiento de las aguas de lastre de 33 buques tanqueros que arribaron al puerto entre enero y mayo de 2023. Asimismo, se realizaron mediciones de los parámetros temperatura y salinidad tanto en el agua de los tanques y el agua superficial de la bahía. Se colectaron muestras con botellas (125 ml) para revisar al microscopio con método Utermohl. Se identificaron 61 especies de organismos fitoplanctónicos, distribuidas en 8 cianobacterias, 5 chlorophyta, 39 diatomeas, 6 dinoflagelados, 2 cocolitofóridos y 1 silicoflagelado. Siendo las diatomeas el grupo más representativo (54%), seguido de las cianobacterias (38%). Los géneros predominantes fueron *Trichodesmium*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Synedra* y *Gymnodinium*. Las muestras no mostraron abundancia fitoplanctónica excesiva y no se detectaron especies potencialmente tóxicas. Esta investigación constituye el inicio de una línea base para un posible seguimiento temporal de las especies que son transportadas regularmente en los buques tanqueros de ese puerto.

Palabras clave: Agua de Lastre, Organismos, Fitoplancton, Diatomeas.

ABSTRACT: Phytoplankton carried by ballast water is a threat in coastal areas receiving commercial ships. In Barcelona Bay, there is traffic of ships transporting hydrocarbons, and it is important to monitor the phytoplankton in ballast water. In this sense, the oil port José Antonio Anzoátegui represents an increase in the risk of introducing invasive species through ballast water, with the potentially dangerous risk for the biological balance of the different local ecosystems. In the present study, ballast water from 33 tankers that arrived at the port between January and May 2023 was monitored. Measurements of temperature and salinity parameters were taken in both the water in the tanks and the surface water of the bay. Samples were collected with bottles (125 ml) for microscopic examination using the Utermohl method. Sixty-one species of phytoplanktonic organisms were identified, distributed in 8 cyanobacteria, 5 chlorophyta, 39 diatoms, 6 dinoflagellates, 2 coccolithophorids and 1 silicoflagellate. Diatoms were the most representative group (54%), followed by cyanobacteria (38%). The predominant genera were *Trichodesmium*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Synedra* and *Gymnodinium*. The samples did not show excessive phytoplankton abundance and no potentially toxic species were detected. This research constitutes the beginning of a baseline for a possible temporal monitoring of species that are regularly transported on tankers in that port.

Key words: Ballast water, Organisms, Phytoplankton, Diatoms.

INTRODUCCIÓN

El agua de lastre (Ballast Water, BW, por sus siglas en inglés), constituye un componente crítico para garantizar la estabilidad hidrostática y la maniobrabilidad de los buques durante la navegación, optimizando la seguridad operativa. Este mecanismo opera mediante el bombeo de agua marina (o salobre de acuerdo a la ubicación geográfica) a tanques especializados durante la descarga de carga en puertos de origen, seguido de su posterior liberación en puertos receptores durante la recarga, generando así un flujo bidireccional de volúmenes considerables de agua. En tales casos, el BW del buque contiene una mezcla de aguas de múltiples puertos (BAILEY 2015; DAVID & GOLLASCH 2015; VEGA 2021; WAN *et al.* 2021; BILGIN GÜNEY 2022; KIM *et al.* 2022; KURNIAWAN *et al.* 2022; SERIDOU *et al.* 2024; NDLOVU 2025).

La dinámica de intercambio en múltiples puertos (común en rutas comerciales complejas) resulta en una mezcla heterogénea de aguas provenientes de distintas regiones biogeográficas, posicionando al BW como un vector de transferencia de organismos acuáticos, incluidas especies invasoras (NIS, por sus siglas en inglés) y los Organismos Acuáticos Nocivos y Patógenos (HAOP, por sus siglas en inglés) a escala global, que llegan a causar grandes cambios en la composición y la función de las comunidades ecológicas (ZAIKO *et al.* 2015; BAILEY & RAJAKARUNA 2017; CABRINI *et al.* 2018; DAVIDSON *et al.* 2018; HESS-ERGA *et al.* 2019; ABELANDO 2020; SAEBI *et al.* 2020; WANG *et al.* 2020). Tras la introducción primaria de especies, puede producirse una propagación secundaria, ya que las especies introducidas pueden seguir transfiriéndose, por ejemplo, mediante la navegación costera o local, la pesca, o también pueden propagarse por medios naturales y representar un alto riesgo a la biodiversidad marina (ZHANG *et al.* 2014; MIDWOOD *et al.* 2016; DAVID *et al.* 2018; ABELANDO *et al.* 2020; FERNANDES *et al.* 2021; HASANSPAHIC *et al.* 2022; HILLIAM *et al.* 2024; SERIDOU *et al.* 2024).

Algunos de los elementos de la masa superficial marina transportados en el BW son bacterias, fitoplancton, protozoarios, pequeños invertebrados, huevos, quistes y larvas de diversos organismos pelágicos (BRINKMEYER 2016; LYMPEROPOULOU & DOBBS 2017; DARLING *et al.* 2018; LV *et al.* 2018; ZAIKO *et al.* 2020; SHI *et al.* 2025), pero el volumen principal es el plancton, dividiéndose estos en dos grupos principales: el fitoplancton y el zooplancton (KACZMARSKA & EHRMAN 2015; VIDES *et al.* 2016; GARCÍA-GARAY *et al.* 2018; GOLLASCH *et al.* 2019; WU *et al.* 2019; ZAPATA 2020; ARDURA *et al.* 2021; ZHANG *et al.* 2024). En ese sentido, el fitoplancton costero, está generalmente dominado por diatomeas y dinoflagelados, incluidos taxones potencialmente tóxicos (HALLEGRAEFF 2015; KACZMARSKA & EHRMAN 2015; DARLING *et al.* 2018; WU *et al.* 2019; WANG *et al.* 2023), que pueden afectar negativamente a la salud pública y la economía local (STEICHEN & QUIGG 2015; DAVID *et al.* 2018; OROZCO *et al.* 2020; WANG *et al.* 2020). Las fases vegetativas de las microalgas suelen tener una tasa de supervivencia limitada en tanques de lastre debido a la falta de luz, turbulencia, cambios en la concentración de nutrientes, pastoreo por parte del zooplancton, ataques virales, competencia intra e interespecífica entre las especies. Por el contrario, las etapas de reposo como los quistes de dinoflagelados y las esporas de diatomeas se supone que sobreviven durante mucho tiempo incluso en condiciones ambientales adversas (ZAIKO *et al.* 2015, 2020; WU *et al.* 2019; ARDURA *et al.* 2021; DELLAGNOLO *et al.* 2021; VENKATNARAYANAN *et al.* 2022; WANG *et al.* 2023; SIMARD *et al.* 2024). En ese sentido, las especies oportunistas pueden prosperar y propagarse en tanques BW en determinadas condiciones. Por ello, los tanques de BW pueden servir de incubadoras para algunas especies en función de sus características (GOLLASCH *et al.* 2019; WU *et al.* 2019; OROZCO *et al.* 2020; ARDURA *et al.* 2021; WANG *et al.* 2023; SHI *et al.* 2025).

Como medida de mitigación a la transferencia de organismos en el BW y considerando la amenaza de introducción de especies potencialmente nocivas en puertos receptores, la Organización Marítima Internacional (IMO, por sus siglas en inglés) adoptó en 2004 el “Convenio internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques” (Convenio BWB, por sus siglas en inglés) (IMO 2004). Para abordar este problema ambiental global, en 2007 se crea el Programa GloBallast bajo la cooperación internacional entre Organización Marítima Internacional (IMO), el Programa de las Naciones

Unidas para el Desarrollo (UNDP, por sus siglas en inglés) y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés), cuyo objetivo es implementar el Convenio adoptado por la IMO en 2004 y así reducir la propagación de Organismos Acuáticos Nocivos y Patógenos (HAOP) y las especies no autóctonas (NIS) entre puertos y zonas, estableciendo normas y procedimientos para la gestión y el control del agua de lastre y los sedimentos de los buques (IMO 2018, 2024; GLOBALLAST PARTNERSHIPS 2017; GOLLASCH *et al.* 2019; BAILEY *et al.* 2020; CHEN *et al.* 2022).

Para cumplir con el IMO (2004) los buques deben gestionar su agua de lastre de acuerdo con la norma de cambio de agua de lastre en mar abierto, esto es, a 200 millas náuticas de la costa en aguas de una profundidad de al menos 200 metros (Regla D-1) o a través de la norma de eficiencia (Regla D-2), restrinja a un máximo especificado la cantidad de organismos viables permitidos que se van a descargar, así como que limite la descarga de determinados microbios indicadores perjudiciales para la salud humana (organismos $< 50 \mu\text{m}$ y mayores o iguales a $10 \mu\text{m}$ de dimensión mínima, en adelante $10\text{-}50 \mu\text{m}$, y organismos de dimensión mínima igual o superior a $50 \mu\text{m}$, en adelante $> 50 \mu\text{m}$).

El Programa GloBallast ha fortalecido la implementación global del Convenio Internacional para el Control y Gestión del Agua de Lastre y Sedimentos (Convenio BWI), incluso en países no signatarios. Venezuela, aunque no era inicialmente Parte Contratante, adoptó este marco regulatorio suscribiéndose a la Providencia N°363, debido a su condición de puerto receptor estratégico para buques de alto calado provenientes de naciones adherentes. Esta dinámica comercial expone sus aguas jurisdiccionales a descargas constantes de agua de lastre, generando riesgos ecológicos. Para solucionar esta problemática, establece en la Providencia Nro. 363 de fecha 10 de septiembre de 2012 que la autoridad para el control de la documentación referente a la gestión del agua de lastre, así como para la inspección de los tanques de BW, aprobar planes de gestión, y expedir certificados de todo buque, Nacional o Extranjero, que ingrese en aguas jurisdiccionales venezolanas la ejerce el Instituto Nacional de los Espacios Acuáticos, INEA (PROVIDENCIA N°363 2012). Sin embargo, la implementación práctica aún enfrenta desafíos.

De la revisión de la literatura, se encuentra un vacío en el conocimiento de los organismos que son introducidos a través de las aguas de lastre en la Bahía de Barcelona y en los demás cuerpos de agua receptores de lastre en Venezuela. Por lo anterior, se plantea el análisis del fitoplancton presente en las aguas de lastre de buques que arriban a la Bahía de Barcelona, Venezuela, con el fin de aportar más información para la construcción de una línea base y la información que determine la posible adaptación a este puerto. Se espera que los resultados obtenidos sean considerados por los organismos tomadores de decisiones en el manejo de aguas de lastre en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo de BW se realizó en la Bahía de Barcelona, Estado Anzoátegui, Venezuela, próximo a uno de los principales puertos petroleros del país, el Complejo Industrial Petroquímico y Petrolero “General de División José Antonio Anzoátegui” (Fig. 1). El muestreo se ejecutó dentro del programa de mediciones de la empresa Producciones Marina C.A., PRODUMARCA, empresa responsable de la inspección del BW en la zona. Estos muestreos fueron desarrollados de enero a mayo de 2023, colectando muestras de 125 ml usando colectores cilíndricos ($3/4'' \times 25 \text{ cm}$) introducidos en la boca de cada tanque seleccionado durante la inspección de cada buque, completando treinta y tres (33) buques, de diversos tipos y provenientes de diferentes puertos del mundo.

Las muestras del BW se recolectaron, empleando colectores cilíndricos de 100 ml de capacidad, a través de los tubos respiraderos de los estanques de agua de lastre, seleccionados al azar, en el momento de la inspección. La extracción de las muestras se tomó antes de realizar la maniobra de descarga de BW en la bahía.

Los parámetros físicoquímicos, temperatura y salinidad se tomaron *in situ* tanto en los tanques de BW como en la bahía de Barcelona, empleando una sonda multiparamétrica YSI modelo 600LS.



Figura 1. Ubicación relativa de la Bahía de Barcelona, Estado Anzoátegui, Venezuela.

A partir del volumen de agua recolectado en los tanques de lastre de las embarcaciones, se tomaron muestras biológicas para análisis de fitoplancton, fijándose al momento con formalina al 4% neutralizada con tetraborato de sodio. Las mismas se llevaron al laboratorio, para el análisis cualitativo y cuantitativo, mediante el uso de cámaras de sedimentación (50 ml), de acuerdo con el método UTERMÖHL (1958) (EDLER & ELBRÄCHTER 2010), mediante el uso de un microscopio invertido, equipado con mecanismo de contraste de fases. Se realizó la identificación utilizando claves especializadas de CUPP (1943), CLEVE (1951), SCHILLER (1971), TOMAS (1997) y BÉRNARD-THERRIault *et al.* (1999). Además, se calcularon los índices comunitarios de riqueza, equitatividad, diversidad de acuerdo con las recomendaciones de KREBS (1999) y se determinaron posibles diferencias estadísticas entre buques, mediante análisis de varianza a una vía, de acuerdo a las recomendaciones de SHESKIN (2004).

A partir de los análisis realizados se digitalizó la información obtenida y se realizaron figuras de abundancia de especies, porcentajes de organismos por grupo y de salinidad y temperatura de los tanques de BW utilizando la herramienta de código abierto (*open source*).

RESULTADOS

Los 33 buques muestreados fueron diferenciados según su tipo, puerto y país de procedencia del BW, además se tomó en cuenta el tiempo, en días, desde el momento de llenado del tanque de BW hasta el día de deslastro en la Bahía de Barcelona (TABLA 1).

La mayoría de los buques muestreados estaban lastrados principalmente con aguas procedentes de zonas del Mar Caribe (MC) y el Golfo de México (GM) (36,36%), mientras que muy pocos buques

TABLA 1. Detalles de la cantidad y tipo de buques, puerto o zona donante, zona marítima donante BW y días de BW en buques examinados en la Bahía de Barcelona, entre enero y mayo del 2023.

BUQUE	TIPO DE BUQUE	VOL. TANQUE BW (m³)	PUERTO Y PAÍS DE PROCEDENCIA	ZONA MARÍTIMA DE PROCEDENCIA	BW VIAJE (días)
1	Crude Oil Tanker	41.107,00	ARUBA OPL, ARUBA	MAR CARIBE (MC)	8
2	Bulk Carrier	14.570,12	BARRANQUILLA, COLOMBIA	MAR CARIBE (MC)	1
3	Bulk Carrier	30.699,70	CURACAO, CURACAO	MAR CARIBE (MC)	52
4	Crude Oil Tanker	41.107,00	ALGECIRAS, ESPAÑA	MAR MEDITERRANEO (MM)	24
5	Bulk Carrier	30.508,90	PECEM, BRAZIL	ATLANTICO SUR (AS)	42
6	Bulk Carrier	30.699,70	CHAGUARAMAS, TRINIDAD	MAR CARIBE (MC)	65
7	Crude Oil Tanker	41.107,40	FREEPORT, USA	GOLFO DE MÉXICO (GM)	10
8	Crude Oil Tanker	41.107,00	FREEPORT, USA	GOLFO DE MÉXICO (GM)	9
9	Crude Oil Tanker	41.107,00	PASCAGOULA, USA	GOLFO DE MÉXICO (GM)	7
10	Crude Oil Tanker	103.581,90	SINGAPORE, SINGAPORE	MAR DEL SUR DE CHINA (SC)	120
11	Crude Oil Tanker	26.500,00	MOA, CUBA	MAR CARIBE (MC)	3
12	Oil / Chemical Tanker	11.729,42	WILMINGTON, CURACAO	MAR CARIBE (MC)	7
13	Crude Oil Tanker	41.107,00	PASCAGOULA, USA	GOLFO DE MÉXICO (GM)	7
14	Bulk Carrier	29.157,00	BARRANQUILLA, COLOMBIA	MAR CARIBE (MC)	3
15	Crude Oil Tanker	41.107,40	LAKE CHARLES, USA	GOLFO DE MÉXICO (GM)	8
16	Crude Oil Tanker	101.954,90	CAPE TOWN, SOUTH AFRICA	ATLANTICO SUR (AS)	77
17	LPG Tanker	9.191,50	SANTIAGO DE CUBA, CUBA	MAR CARIBE (MC)	23
18	Crude Oil Tanker	38.796,00	ROTTERDAM, NETHERLANDS	ATLANTICO NORTE (AN)	19
19	Oil / Chemical Tanker	7.439,86	NUEVITAS, CUBA	MAR CARIBE (MC)	11
20	Crude Oil Tanker	39.975,00	ALGECIRAS, ESPAÑA	MAR MEDITERRANEO (MM)	27
21	Crude Oil Tanker	41.136,00	TARRAGONA, ESPAÑA	MAR MEDITERRANEO (MM)	16
22	Crude Oil Tanker	41.107,00	PASCAGOULA, USA	GOLFO DE MÉXICO (GM)	7
23	Crude Oil Tanker	26.080,00	WILLEMSTAD, CURACAO	MAR CARIBE (MC)	23
24	Crude Oil Tanker	41.107,00	HOUSTON, USA	GOLFO DE MÉXICO (GM)	9
25	Crude Oil Tanker	41.656,60	CORPUS CHRISTI, USA	GOLFO DE MÉXICO (GM)	9
26	Crude Oil Tanker	41.107,00	PASCAGOULA, USA	GOLFO DE MÉXICO (GM)	10
27	Crude Oil Tanker	96.693,00	ZHOUSHAN, CHINA	MAR DEL ESTE DE CHINA (EC)	46
28	Crude Oil Tanker	41.107,00	LAKE CHARLES, USA	GOLFO DE MÉXICO (GM)	7
29	Crude Oil Tanker	38.796,00	MAMONAL, COLOMBIA	MAR CARIBE (MC)	4
30	Crude Oil Tanker	41.107,00	LAKE CHARLES, USA	GOLFO DE MÉXICO (GM)	8
31	Crude Oil Tanker	36.235,00	FINNART, UK	ATLANTICO NORTE (AN)	16
32	Crude Oil Tanker	26.080,00	CIEN FUEGOS, CUBA	MAR CARIBE (MC)	8
33	Crude Oil Tanker	41.107,00	GOOD HOPE, USA	GOLFO DE MÉXICO (GM)	8

contenían BW procedentes del Mar Mediterráneo, Atlántico Sur y Norte (9,09%) y solamente dos de estos provienen de China (6,06%) (TABLA 1). Todos los buques tenían un plan de gestión de las aguas de lastre, y la gran mayoría contaba con un sistema de tratamiento de las aguas de lastre a bordo. El tiempo de retención de las aguas de lastre en los tanques variaba de 1 y 120 días: El 55% de las aguas de lastre se mantuvo a bordo en tanques entre 1 y 10 días, mientras que sólo el 45% de las aguas de lastre permaneció más de 30 días (TABLA 1).

La temperatura de la Bahía de Barcelona osciló entre 27 y 28 °C y la salinidad entre los rangos de 36,00 y 37,50 PSU durante los periodos de muestreo (TABLA 2). Sin embargo, el BW de los diferentes buques presentaron temperatura entre los 26 y 30 °C y salinidad típica de agua de mar 36 PSU, pero 2 muestras de BW tenían valores de salinidad inferiores a 35 PSU (en promedio de 31,82 PSU). Cuatro

TABLA 2. Valores de temperatura y salinidad en cada tanque de agua de lastre en la Bahía de Barcelona, entre enero y mayo del 2023.

BUQUE	SALINIDAD PSU	TEMPERATURA (°C)
1	37,57	28,91
2	37,68	27,07
3	32,42	28,38
4	38,99	27,11
5	32,15	29,90
6	33,00	28,20
7	29,92	26,56
8	27,74	27,89
9	33,57	28,05
10	35,90	26,49
11	36,29	28,00
12	35,63	26,66
13	29,93	27,87
14	34,35	29,33
15	15,21	27,80
16	30,39	26,68
17	37,14	29,60
18	27,82	27,94
19	36,32	28,00
20	39,48	27,22
21	38,80	27,50
22	29,66	28,01
23	37,57	28,90
24	9,43	28,40
25	34,08	27,71
26	27,97	28,78
27	35,14	29,35
28	36,98	28,02
29	36,98	28,02
30	32,64	29,20
31	33,55	28,38
32	37,10	29,67
33	31,82	29,13

muestras presentaron salinidad de 38 y 39,48 PSU y otras dos tenían muy baja salinidad (15,21 y 9,43PSU, respectivamente) (TABLA 2, Fig. 2.).

Como resultado del análisis de las aguas tomadas de los tanques de lastre provenientes de los 33 buques muestreados, permitió observar las diferentes especies de organismos fitoplanctónicos presentes, al igual que el número de individuos contenidos en el total de muestras evaluadas. Se identificaron 61 especies distribuidas en: 8 cianobacterias, 5 chlorophyta, 39 diatomeas, 6 dinoflagelados, 2 coccolitofóridos y 1 silicoflagelado. Siendo las diatomeas el grupo más representativo (54%), seguido de las cianobacterias (38%). Las especies más frecuentes fueron *Trichodesmium thiebautii*, *Navicula* sp., *Nitzschia lanceolata*, *Synedra* sp., *Nitzschia* sp., *Nitzschia longissima* y *Gymnodinium* sp. (TABLA 3 y Fig. 3).

TABLA 3. Especies de mayor frecuencia en el agua de lastre de los buques muestreados la Bahía de Barcelona, entre enero y mayo del 2023.

<i>Trichodesmium thiebautii</i>
<i>Navicula</i> sp.
<i>Nitzschia lanceolata</i>
<i>Trichodesmium erithraea</i>
<i>Synedra</i> sp.
<i>Nitzschia longissima</i>
<i>Nitzschia</i> sp.
<i>Gymnodinium</i> sp.
<i>Heterocapsa triquetra</i>
<i>Anabaena</i> sp.

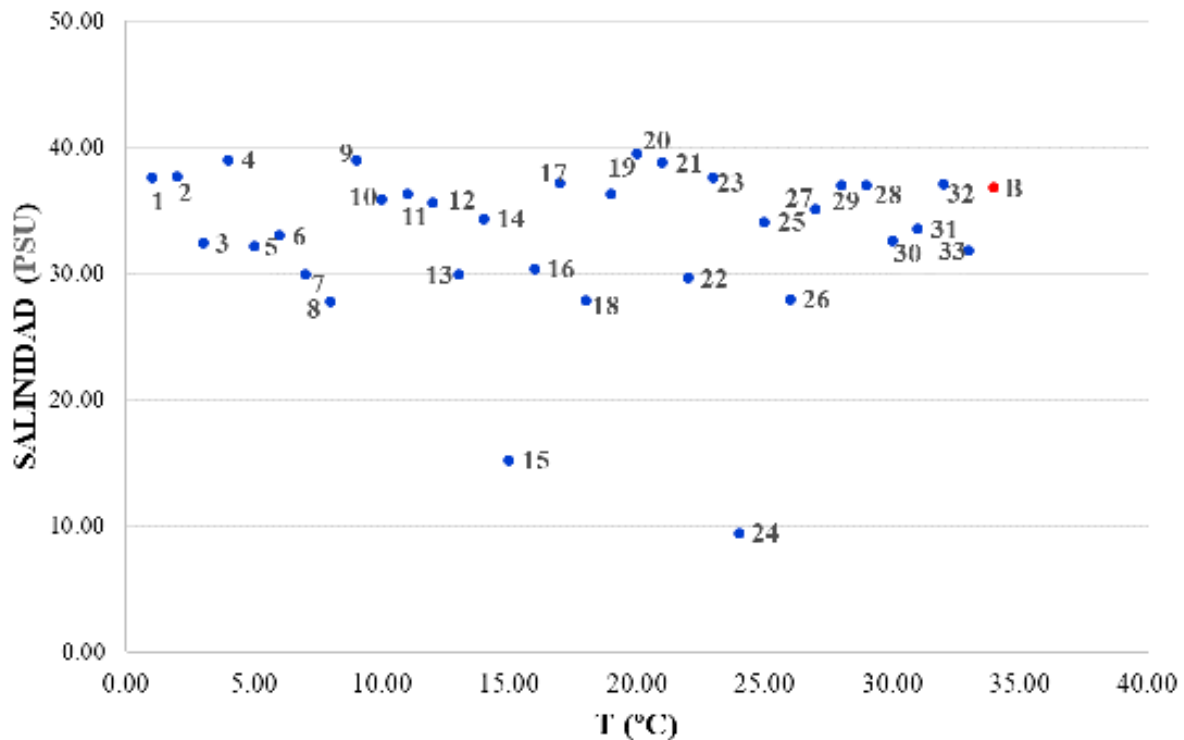


Figura 2. Temperatura y salinidad medidas en treinta y tres tanques de BW que arriban a la bahía de Barcelona (Azul: Tanques de BW, Rojo: Bahía de Barcelona), entre enero y mayo del 2023.

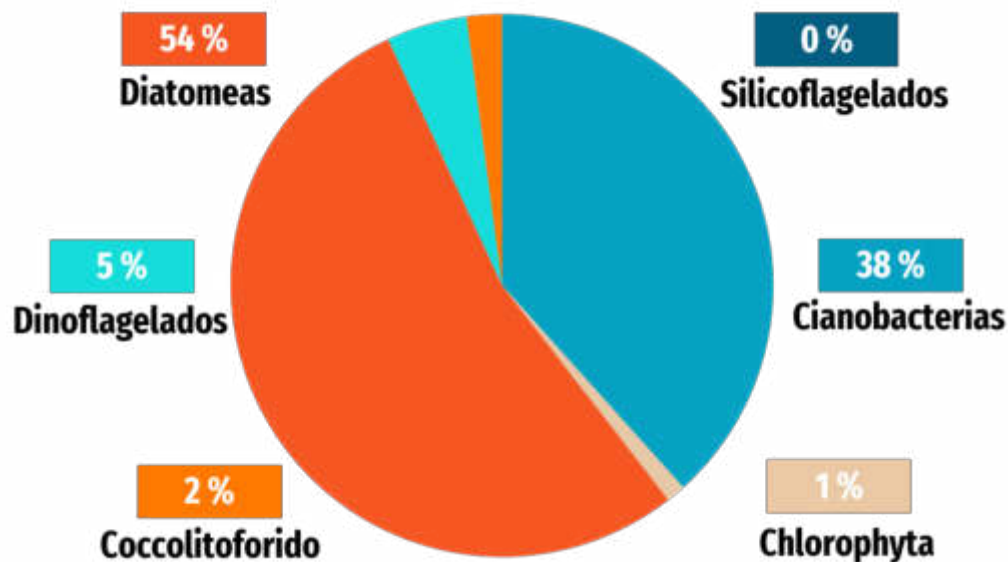


Figura 3. Composición porcentual de los principales grupos fitoplanctónicos transportados en aguas de lastre en la Bahía de Barcelona, entre enero y mayo del 2023.

Se logró cuantificar un total de 660,96 cels l⁻¹ organismos distribuidos en 6 divisiones (TABLA 4). La división que presentó mayor abundancia de organismos correspondió a las Diatomeas (354,23 cels l⁻¹), seguido de la división Cianobacteria (253,53 cels l⁻¹), Dinoflagelados (31,70 cels l⁻¹), Coccolitoforidos (13,85 cels l⁻¹), Chlorophyta (7,61 cels l⁻¹) y por último los Silicoflagelados (0,04 cels l⁻¹) (Fig. 4).

La riqueza de especies promedio fue de 5 especies/buque con mínimo de 3 y máximo de 9 especies por muestra. Detectándose diferencias significativas ($F=2,43$; $p<0,05$) entre buques (Fig. 5).

La abundancia promedio del fitoplancton fue de 6700 cels l⁻¹ con mínimo de 6733 cels l⁻¹ y máximo de 32000 cels l⁻¹, detectándose diferencias significativas ($F=5,28$; $p<0,05$) entre buques (Fig. 6).

La diversidad promedio fue de 1,69 Bits/ind. Con mínimo de 0 y máximo de 3,13 Bits/ind. Detectándose diferencias significativas ($F=2,91$; $p<0,05$) entre buques (Fig. 7).

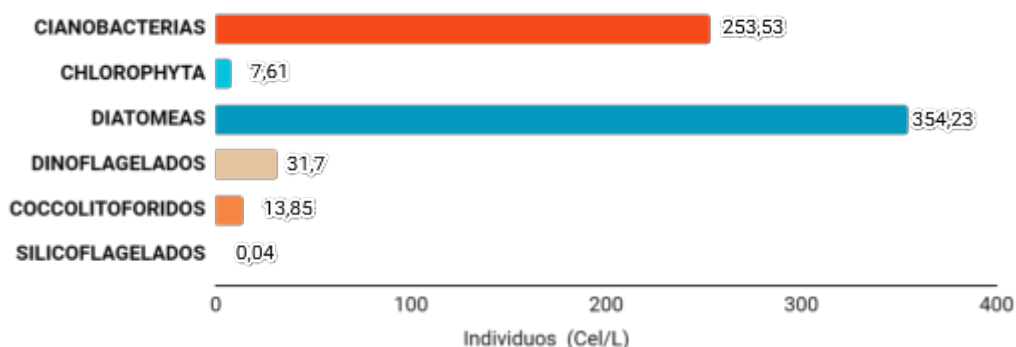


Figura 4. Abundancia de especies fitoplanctónicas en aguas de BW de los buques muestreados en la Bahía de Barcelona, entre enero y mayo del 2023.

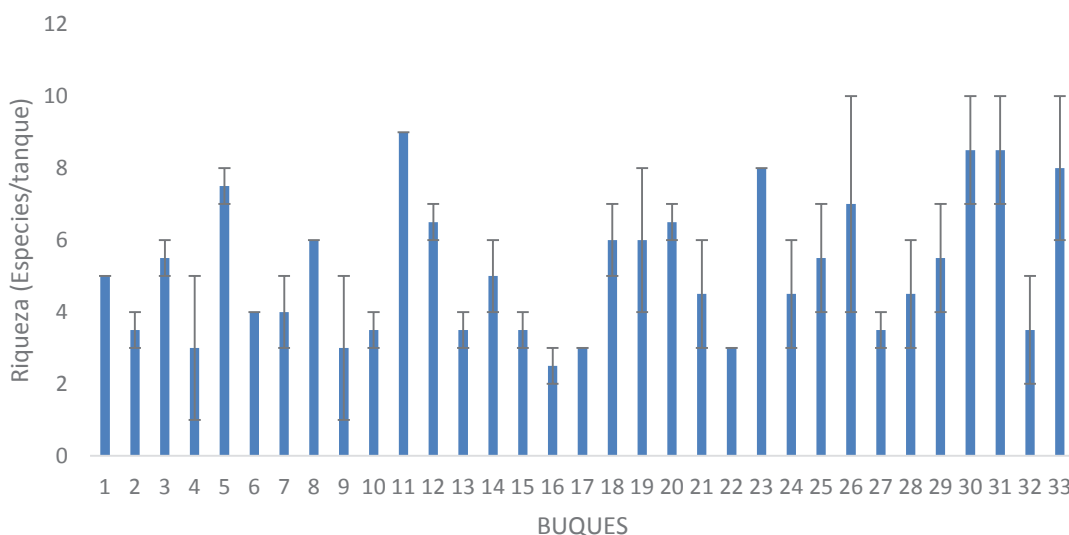


Figura 5. Riqueza de especies de fitoplancton identificadas en tanques de agua de lastre de buques muestreados en la bahía de Barcelona, entre enero y mayo del 2023.

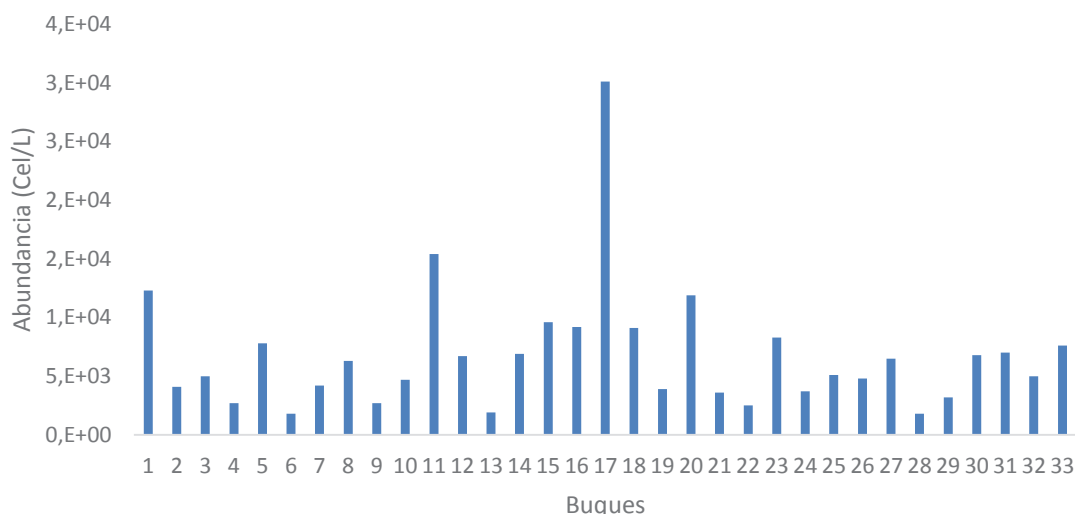


Figura 6. Abundancia del fitoplancton (Cel/L) en tanques de agua de lastre de buques muestreados en la bahía de Barcelona, entre enero y mayo del 2023.

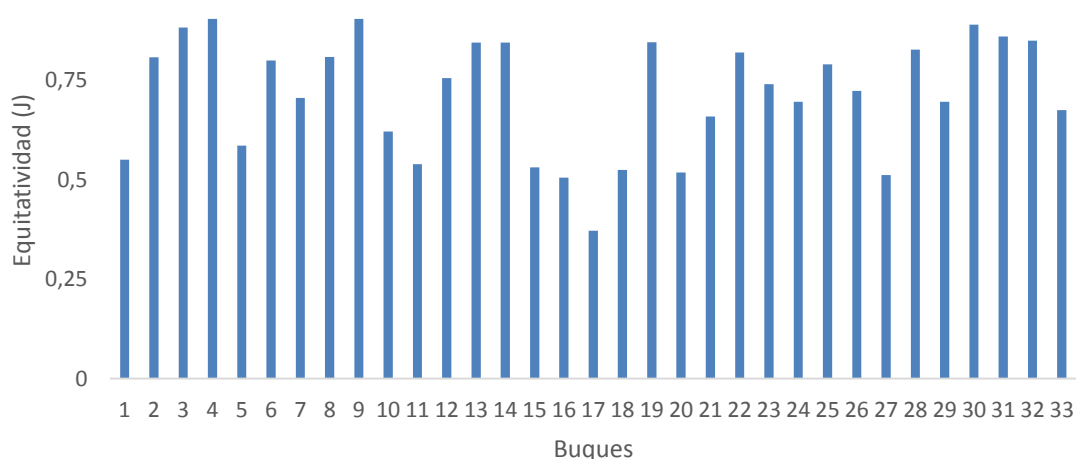


Figura 7. Variación del índice de equitatividad (J) del fitoplancton en tanques de agua de lastre de buques muestreados en la bahía de Barcelona, entre enero y mayo del 2023.

DISCUSIÓN

Los registros de temperatura y salinidad en los tanques de agua de lastre de los buques analizados no muestran muchas diferencias con la zona costera de la bahía. En ese sentido, la zona de estudio, muestra condiciones de más de 36 UPS y temperatura promedio mayor a 26°C. Aunque en la bahía de Barcelona puede haber influencia continental por aportes del río Neverí, durante el lapso del estudio, no se registraron aportes por efectos de lluvia. En ese sentido, la zona nororiental de Venezuela se caracteriza por presentar variabilidad hidrográfica bimodal, con surgencia costera estacional por efecto eólico durante los primeros meses de cada año (RUIZ-OCHOA *et al.* 2012; RUEDA-ROA & MULLER-KARGER 2013; CORREA-RAMÍREZ *et al.* 2020; GÓMEZ-GASPAR & ACERO 2021). La similitud en condiciones hidrográficas en los tanques de agua de lastre con la de la zona costera, puede implicar riesgo porque el fitoplancton no sufriría choque osmótico y es susceptible de adaptarse al puerto receptor (BAEK *et al.* 2012; HYUN *et al.* 2017; VENKATNARAYANAN *et al.* 2022; ZHANG *et al.* 2024).

Los grupos funcionales dominantes en los tanques de BW son las Diatomeas, Cianobacterias y Dinoflagelados, tal y como se reportan en varios estudios, coincidiendo con lo mencionado por VENKATNARAYANAN *et al.* (2022) y ZHANG *et al.* (2024) quienes señalan que las diatomeas constituyen el grupo de mayor sobrevivencia en los estanques de los buques petroleros. También se pueden señalar los estudios de STEICHEN & QUIGG (2015) en la bahía de Galveston de Estados Unidos; en el Mar Adriático CABRINI *et al.* (2018); HERNÁNDEZ *et al.* (2018) en Venezuela; WU *et al.* (2019) en el Puerto de aguas profundas de Shanghái, Yangshan; OROZCO *et al.* (2020) en las costas de Perú y ZAPATA (2020) en el extremo sur del Caribe colombiano.

En estudios realizados en el sistema de Maracaibo, el segundo puerto con más tráfico de buques con hidrocarburos de Venezuela, HERNÁNDEZ *et al.* (2018) señalaron dominio de diatomeas y cianobacterias, con predominio de *Coscinodiscus* sp., *Diploneis* sp. y *Lynbya* sp. que también se detectaron en el presente estudio y se caracterizan por ser tolerantes a cambios de salinidad.

Las diatomeas representan la comunidad más sobresaliente en el agua de mar, contribuyendo significativamente a la producción primaria de nuestro planeta, especialmente en ambientes costeros (OKOLODKOV & HUERTA-QUINTANILLA 2018). Estos organismos oportunistas aprovechan los pulsos de nutrientes originados por la turbulencia para florecer en un ambiente que en términos generales no le es propicio. Es posible que el corto tiempo de residencia de las aguas sea una limitante para el establecimiento de un determinado grupo fitoplanctónico, lo cual, debido a esta cualidad de estos organismos, tienen mayor tasa de sobrevivencia, considerando el tiempo de permanencia en los tanques durante el viaje, pero no en periodo no mayores a 20 días de viaje como lo señala STEICHEN & QUIGG (2015). Por ello, al considerar los

TABLA 4. Lista de taxones de fitoplancton identificados en el BW en todos los buques muestreados en la Bahía de Barcelona, entre enero y mayo del 2023.

DIVISIÓN/ORGANISMO	BUQUES																																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	45	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33		
CIANOBACTERIAS																																			
<i>Anabaena</i> sp.	X	X				X	X		X								X	X						X	X	X	X					X	X		
<i>Chroococcus</i> sp.										X					X																			X	X
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>			X																		X				X										
<i>Gloeocapsa</i> sp.																												X							
<i>Lyngbya</i> sp.													X																						
<i>Pseudanabaena catenata</i>											X	X	X	X																					
<i>Trichodesmium erithraea</i>								X		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Trichodesmium thiebautii</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
CHLOROPHYTA																																			
<i>Ankristidesmus</i> sp																											X								
<i>Closterium</i> sp.																		X							X										
<i>Cosmarium</i> sp.											X				X		X	X							X	X	X	X					X	X	
<i>Monoraphidium raciborskii</i>										X	X																								
<i>Scenedesmus quadricauda</i>											X															X				X					
DIATOMAEAS																																			
<i>Achnantes</i> sp.										X		X	X																						
<i>Amphora</i> sp.								X	X				X																						
<i>Campylosira</i> sp.								X																X											
<i>Chaetoceros atlanticus</i>									X											X														X	
<i>Chaetoceros compressus</i>								X																											
<i>Chaetoceros dydimus</i>														X						X													X	X	
<i>Chaetoceros tenuissimus</i>										X											X					X	X	X	X						
<i>Cocconeis</i> sp.							X															X			X										
<i>Coscinodiscus nitidus</i>								X																											X
<i>Cyclotella</i> sp.								X													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
<i>Cylindroteca closterium</i>																																			
<i>Cymasosira</i> sp.																								X											
<i>Diploneis</i> sp.												X																							
<i>Dytilum brightwellii</i>				X	X	X																										X			X
<i>Epithemia</i> sp.																																			

[illegible]

índices ecológicos determinados en las muestras de fitoplancton en este estudio, muestran baja riqueza de especies y abundancia, además de moderada diversidad en la estructura comunitaria fitoplanctónica, que pudo ser consecuencia del tratamiento del agua de lastre en los buques (ZHANG *et al.* 2024), pero algunas especies en los tanques de lastre poseen potencial de adaptación y proliferación al llegar a la zona costera (SOLER-FIGUEROA *et al.* 2020) por lo que es siempre necesario el análisis microscópico del agua de los buques que llegan a la Bahía de Barcelona.

Por otra parte, la riqueza de especies promedio detectada (<5 especies/muestra) refleja que los sistemas de control del agua de lastre (por lo general filtración y sistemas UV) de alguna manera mitigan el riesgo de proliferación masiva de especies de fitoplancton que se vierten en el puerto receptor (ZHANG *et al.* 2024). Por ello, la diversidad (<2 Bits/Ind) es baja porque el fitoplancton en los estanques está en condiciones de estrés debido a la falta de luz y el número de días de almacenamiento en los tanques de lastre (WU *et al.* 2019). Lo que favorece el control del agua de lastre requerido en el convenio de agua de lastre (IMO, 2004). En ese sentido, se debe mantener el seguimiento del fitoplancton que llega a la zona portuaria y en un futuro cercano a los principales puertos de Venezuela.

Con relación a las especies identificadas en los tanques de BW del presente estudio, hay coincidencia con muchas identificadas en otros estudios y las halladas en distintas zonas costera de Venezuela. En ese sentido, RODRÍGUEZ-CENTENO *et al.* (2010), GONZÁLEZ-PEROZO *et al.* (2020) y PEREIRA *et al.* (2021), reportan hacia el oeste de la zona estudiada (estados Anzoátegui y Miranda), especies comunes y abundantes como *Navicula* sp., *Nitzschia* sp., *Hemiaulus sinensis*, *Mesoporos perforatus*, *Prorocentrum lima*, *Lyrella lyra*, *Nitzschia acicularis*, *Pleurosigma affine*, *Asterionellopsis glacialis*, *Chaetoceros* sp., *Pseudo-nitzschia* sp., *Trichodesmium thiebauthii*, *Anabaena* sp., *Thalassiosira aestivalis*, *Thalassiosira nordenskioldii*; *Tripes massiliensis*, *Dinophysis caudata*, *T. furca*, *T. karstenii*, *Protoperidinium depressum*, *Tetrademus obliquus*, *Kirchneriella* sp., *Ankistrodesmus* sp., *Chlorella* sp., *Closterium kuetzingii*, *Cosmarium* sp., *Phacus* sp. y *Eutreptiella gymnastica*. Sin embargo, en dirección este, principalmente en el estado Sucre, GÓMEZ-CARVAJAL *et al.* (2002), ESTEVES (2011), CALVO-TRUJILLO *et al.* (2015, 2018), identificaron las especies *Scripsiella* sp., *Navicula* sp., *Oscillatoria* sp., *Chaetoceros* sp., *Chaetoceros cf. compressum*, *Cylindrotheca closterium*, *Nitzschia longissima*, *Haslea waiwriake*, *Hillea* sp., *Emiliana-Gephyrocapsa*, *Pseudonitzschia*, *Rhizosolenia*, *Thalassiosira*, *Cylindrotheca closterium*, *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassiosira* sp., *Prorocentrum micans*, *Scripsiella trochoidea* y *Calciosolenia murrayi*. La mayoría de estas especies se encuentran dentro del grupos reportados en los tanques de agua de lastre muestreados.

En este estudio, no se detectaron especies señaladas como susceptibles de generar proliferaciones masivas, ni especies potencialmente tóxicas, lo que debe ser reflejo que, en la mayoría de los buques evaluados, los recambios de los tanques de agua de lastre se realizaron en aguas oceánicas, como lo recomienda IMO (2004). La abundancia del fitoplancton estudiado en las muestras del presente estudio no representa un peligro potencial para la bahía, pero siempre es necesario reportar la variabilidad de cada una de las muestras analizadas. La presencia de especies de aguas continentales, como las Chlorophyta, sugieren que la toma de agua de lastre de algunos de los buques se realiza en zonas estuarinas y de descargas continentales. En ese sentido se debería recomendar que se haga el llenado en aguas marinas, para mitigar efectos de posible invasión de especies exóticas en la zona costera. Por otra parte, la presencia de diatomeas en los tanques de lastre, pueden adaptarse en forma rápida en zonas costeras, y muchas se consideran oportunistas como el caso de *Cylindrotheca closterium* y *Pseudonitzschia* sp., que no son consideradas tóxicas, pero, pueden proliferar en forma exponencial y generar anoxia en horas nocturnas (WANG *et al.* 2023). Algunos de estos casos de proliferaciones ocurren cuando las zonas portuarias son eutróficas (SONG *et al.* 2022) y en las condiciones actuales de baja actividad portuaria, no ocurre en la bahía de Barcelona.

Por otra parte, en algunos estudios de fitoplancton en tanques de agua de lastre, se ha señalado la presencia de dinoflagelados, como los organismos de mayor potencial tóxico, cuando son vertidos a la zona portuaria (RODRIGUES *et al.* 2022) principalmente por la presencia de quistes, que resisten las condiciones

del viaje. En el presente estudio, se encontraron algunas especies de dinoflagelados, representados por gymnodiniales (dinoflagelados desnudos), que pueden sobrevivir por un tiempo limitado en las condiciones de los estanques de los buques petroleros (STEICHEN & QUIGG 2015; KURNIAWAN *et al.* 2022; WANG *et al.* 2023), que en su mayoría realizan tratamiento (principalmente filtración y radiación UV) en los tanques de lastre de los mismos, que es fundamental para la preservación de los ambientes costeros en los puertos receptores.

Estudios como el presente, se hacen necesarios, considerando que los puertos con tráfico marítimo, con énfasis en el transporte de hidrocarburos, como es el caso de la bahía de Barcelona, requieren la creación de una línea base, de fitoplancton de agua de lastre y los de los puertos receptores. En ese sentido, HERNÁNDEZ *et al.* (2018) recomiendan estudios no solo del fitoplancton, sino de otras especies planctónicas que sirvan de bioindicadores ante cambios en las condiciones ambientales portuarias.

Los estudios relacionados a la gestión y seguimiento del control de agua de lastre y su asociación como vector de propagación de especies (invasoras y nocivas) en Venezuela, son escasos, en relación a los millones de metros cúbicos de BW que se descargan en las aguas costeras venezolanas. Esta actividad operacional de los buques visitantes, ha sido ignorada por los organismos nacionales tomadores de decisiones, al no fijar una metodología o plan preventivo de seguimiento, aun cuando bien a nivel mundial son cada día mayores los esfuerzos para conocer el balance global de la dispersión y la cantidad de especies no autóctonas que son ingresadas en un cuerpo de agua a través del BW. La falta de controles pertinentes con análisis previos taxonómicos, promueve un alto y potencial riesgo para la salud de nuestros ecosistemas marino costeros. Por tal razón, es recomendable cumplir con las regulaciones internacionales para evitar daños irreparables al medio ambiente.

CONCLUSIONES

Se determinó la presencia de especies fitoplactónicas en las aguas de lastre descargadas en la Bahía de Barcelona, Estado Anzoátegui, zona nororiental de Venezuela, al sur del Mar Caribe, donde la variabilidad referente a la composición encontrada en los buques puede presentar una estrecha relación con el tiempo que dura retenida el BW hasta ser deslastrada en el puerto destino; pudiendo este lapso de tiempo favorecer el afloramiento de ciertos grupos de organismos y afectar el de otros. Resultando las Diatomeas el grupo más dominante en este y otros estudios sobre la composición de organismos fitoplactónicos transportados en el agua de lastre.

Este es el primer estudio de investigación de BW en la Bahía de Barcelona, por lo tanto, representa una línea base de los organismos biológicos que viajan desde diversas partes del mundo hasta ser descargados en aguas costeras venezolanas, que, de no tener un control de las mismas, esto representaría un alto riesgo a futuro del ecosistema marino.

AGRADECIMIENTOS

A Producciones Marinas C.A., PRODUMARCA, en especial a Litzay Urváez y Jesús Velázquez, al igual que los Capitanes y Primer Oficial de cada embarcación inspeccionada, por hacer posible la realización de esta investigación.

REFERENCIAS

- ABELANDO, M., M. BOBINAC & J. CHIARANDINI-FIORE. 2020. Assessment of the efficiency of controls to prevent biologic invasions at the San Lorenzo Port, Argentina. *Environ. Monit. Assess.* 192 (7): 420. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08359-2>
- ARDURA, A., J. L. MARTINEZ, A. ZAIKO & E. GARCIA-VAZQUEZ. 2021. Poorer diversity but tougher species in old ballast water: Biosecurity challenges explored from visual and molecular techniques. *Mar Pollut Bull.* 168: 112465. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112465>.

- BÆK, S. H., S. W. JUNG, M. C. JANG, B. HYUN & K. SHIN. 2012. Survival potential of autotrophic phytoplankton species collected from ballast water in international commercial ships. *N. Z. J. Mar. Freshw. Res.* 46(1): 125-136. <http://dx.doi.org/10.1080/00288330.2011.610326>.
- BAILEY, S. A. 2015. An overview of thirty years of research on ballast water as a vector for aquatic invasive species to freshwater and marine environments. *Aquat. Ecosyst. Health Manag.* 18(3): 261–268. <https://doi.org/10.1080/14634988.2015.1027129>.
- BAILEY, S. A. & H. RAJAKARUNA. 2017. Optimizing methods to estimate zooplankton concentration based on generalized patterns of patchiness inside ballast tanks and ballast water discharges. *Nat. Ecol. Evol.* 7 (22): 96899698. <https://doi.org/10.1002/ece3.3498>.
- BAILEY, S. A., L. BROWN, M. L. CAMPBELL, J. CANNING-CLODE, J. T. CARLTON, N. CASTRO, P. CHAINHO, F. T. CHAN, J. C. J. C. CREED, A. CURD, J. DARLING, P. FOFONOFF, B. S. GALIL, C. L. HEWITT, G. J. INGLIS, I. KEITH, N. E. MANDRAK, A. MARCHINI, C. H. MCKENZIE, A. OCCHIPINTI-AMBROGI, H. OJAVEER, L.M. PIRES-TEIXEIRA, T. B. ROBINSON, G.M. RUIZ, K. SEAWARD, E. SCHWINDT, M. O. SON, T. W. THERRIAULT & A. ZHAN. 2020. Trends in the detection of aquatic non-indigenous species across global marine, estuarine and freshwater ecosystems: a 50-year perspective. *Divers. Distrib.* 00: 1–18. <https://doi.org/10.1111/ddi.13167>.
- BÉRNARD-THERRIAULT, L., M. POULIN & L. BOSSÉ. 1999. Guide d'identification du phytoplancton marin de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Incluant également certains protozoaires. Publ. Esp. Can. Sci. Halieut. *Aquat.*, 128, 387 p.
- BILGIN GÜNEY, C. 2022. Ballast water problem: Current status and expected challenges. *Mar. Sci. Bull.* 11(4): 397-415. <https://doi.org/10.33714/masteb.1162688>.
- BRINKMEYER, R. 2016. Diversity of bacteria in ships ballast water as revealed by next generation DNA sequencing. *Mar. Pollut. Bull.* 107(1): 277–285. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.03.058>.
- CABRINI, M., F. CERINO, D. ALESSANDRA, E. DI POI, C. FABBRO, D. FORNASARO, A. GORUPPI, V. FLANDER-PUTRLE, J. FRANCÉ, S. GOLLASCH, M. HURE, L. LIPEJ, E. MGALETTI, P. MOZETIČ, T. TINTA, A. TORNAMBÈ, V. TURK, J. UHAN & M. DAVID. 2018. Potential transfer of aquatic organisms via ballast water with a particular focus on harmful and non-indigenous species: A survey from Adriatic ports. *Mar. Pollut. Bull.* 147:16-35. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.02.004>.
- CALVO-TRUJILLO, A., J. R. DÍAZ-RAMOS, S. SUBERO-PINO, L. CHARZEDDINE-CHARZEDDINE, K. RINCONES-REYES, L. TROCCOLI-GHINAGLIA, M. ELGUEZABAL-MÉNDEZ, B. MARÍN & B. MÁRQUEZ. 2015. Variación a corto plazo del fitoplancton en la bahía de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela, durante la época de lluvias. *Bol. Inst. Oceanog., Venez.* 53 (1): 13–24.
- CALVO-TRUJILLO, A., K. RINCONES-REYES, J. R. DÍAZ-RAMOS, B. MÁRQUEZ, S. SUBERO-PINO, E. ELISTA & L. TROCCOLI. 2018. Distribución espacial y temporal del fitoplancton en el golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela, febrero 2014 – enero 2015. *Bol. Investig. Mar. Costeras.* 47. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2018.47.2.747>.
- CHEN, Y.S., C.K. KANG & T.K. LIU. 2022. Ballast Water Management Strategy to Reduce the Impact of Introductions by Utilizing an Empirical Risk Model. *Water*, 4 (6): 981. <https://doi.org/10.3390/w14060981>.
- CLEVE, A. 1951. *Die diatomeen von Schweden and Finnland. Alqunvist and wikselle boktrycheri.* Sheridan Press, Hanover. 251 pp.
- CORREA-RAMÍREZ, M.; A. RODRÍGUEZ-SANTANA; C. RICAURTE-VILLOTA & J. PARAMO. 2020. The Southern Caribbean upwelling system off Colombia: Water masses and mixing processes. *Deep Sea Res. Oceanogr. Res. Pap.* 155: 103145. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2019.103145>.

- CUPP, E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. *Bull. Scripps Inst. Ocean.* 5(1): 1-238.
- DARLING, J. A., J. MARTINSON, Y. GONG, S. OKUM, E. PILGRIM, M. KATRINA, P. LOHAN, K. J. CARNEY & G. M. RUIZ. 2018. Ballast water exchange and invasion risk posed by intracoastal vessel traffic: an evaluation using high throughput sequencing. *Environ. Sci. Technol.* 52: 9926–9936. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b02108>.
- DAVID, M. & S. GOLLASCH. (Eds). 2015. *Global Maritime Transport and Ballast Water Management—Issues and Solutions. Invading Nature*. Springer Series in Invasion Ecology 8. Springer Science and Business Media, Dordrecht, The Netherlands: 306 pp. <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-9367-4>.
- DAVID, M., S. GOLLASCH & L. PENKO. 2018. Identification of ballast water discharge profiles of a port to enable effective ballast water management and environmental studies. *J. Sea Res.* 133: 60–72. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2017.03.001>.
- DAVIDSON, I. C., C. SCIANNI, M. S. MINTON & G. M. RUIZ. 2018. A history of ship specialization and consequences for marine invasions, management and policy. *J. Appl. Ecol.* 55: 1799–1811. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13114>.
- DELLAGNOLO, E., M. TAMANAH & C. RESGALLA. 2021. Ballast Water: an approach in the evaluation of potential phytoplanktonic bioinvasion. *Arq. Cien. Mar.* 54 (2): 81-102. <https://doi.org/10.32360/acmar.v54i2.42636>.
- EDLER, L. & M. ELBRÄCHTER. 2010. *The Utermöhl method for quantitative phytoplankton analysis. Microscopic and molecular methods for quantitative phytoplankton analysis*, Unesco, Paris. 110 pp.
- ESTEVEZ, M. 2011. *Cambios a corto plazo del fitoplancton durante la época de surgencia en la bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Venezuela, 71 pp.
- FERNANDES L., L. MOURA, M. TRINDADE DE CASTRO & F. FERNANDES. 2021. Temporal trends of the bioinvasion risk through ballast water: a case study in the Maranhao harbor. *Biol. Invasions.* 23: 3457–3469.
- GARCÍA-GARAY, J., A. FRANCO-HERRERA & F. MACHUCA-MARTINEZ. 2018. Zooplankton sensitivity and phytoplankton regrowth for ballast water treatment with advanced oxidation processes. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 25(35): 35008–35014 <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2308-4>.
- GLOBALLAST PARTNERSHIP. 2017. The GloBallast story: reflections from a global family. GEF- UNDP- IMO GloBallast Partnerships Programme. GloBallast Monograph No. 25, ISSN 1680-3098, London. Disponible en: https://archive.iwlearn.net/globallast.imo.org/resources/globallast-monographs/Mono25_GloBallast_Story.pdf. (revisada mayo 2025).
- GOLLASCH, S., C. L. HEWITT, S. BAILEY & M. DAVID. 2019. Introductions and transfers of species by ballast water in the Adriatic Sea. *Mar. Pollut. Bull.* 147: 8–15. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.054>.
- GÓMEZ-CARVAJAL, E., I. G. SÁNCHEZ-SUÁREZ & J. R. DÍAZ-RAMOS. 2002. Fitoplancton de playa San Luis (Cumaná) composición y origen. *CIENCIAS.* 10(4):340-352.
- GÓMEZ-GASPAR, A. & P. A. ACERO. 2021. Comparación de las surgencias de la Guajira colombiana y del oriente venezolano. *Bol. Investig. Mar. Costeras*, 49 (2): 131-172. <http://dx.doi.org/10.25268/bimc.invenmar.2020.49.2.943>.
- GONZÁLEZ-PEROZO, C., C. PEREIRA, L. TROCCOLI, C. PEÑA, J. CRUZ-MOTTA, & A. CASTILLO. 2020. Estructura comunitaria del microfitoplancton de la zona costera entre Cabo Codera y Paparo, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanog. Venez.* 59(01): 51-68.

- HALLEGRAEFF, G. M. 2015. Transport of harmful marine microalgae via ship's ballast water: Management and mitigation with special reference to the Arabian Gulf region, *Aquat. Ecosyst. Health Manag.* 18(3): 290-298. <https://doi.org/10.1080/14634988.2015.1027138>.
- HASANSPAHIC, N., M. PECAREVIC, N. HRDALO & L. CAMPARA. 2022. Analysis of Ballast Water Discharged in Port—A Case Study of the Port of Ploce (Croatia). *J. Mar. Sci. Eng.*, 10: 1700. <https://doi.org/10.3390/jmse10111700>.
- HERNÁNDEZ, N., R. GUERRERO, M. BRACHO, F. MORALES, J. NAVARRETE, & A. CASTRO. 2018. Zooplankton de aguas de lastre de buques que arriban al sistema de Maracaibo, Venezuela. *Acta Biol. Venez.*, 38(1):1-14.
- HESS-ERGA, O. K., J. MORENO-ANDRES; Ø. ENGER & O. VADSTEIN. 2019. Microorganisms in ballast water: disinfection, community dynamics, and implications for management. *Sci. Total Environ.* 657: 704–716. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.004>.
- HILLIAM, K., O. FLOERL & E. A. TREML. 2024. Priorities for improving pre-dictions of vessel- mediated marine invasions. *Sci Total Environ.* 921: 171162. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171162>.
- HYUN, B., S. H. BAEK, K. SHIN & K. H. CHOI. 2017. Assessment of phytoplankton invasion risks in the ballast water of international ships in different growth conditions. *Aquat Ecosyst Health Manag*, 20(4): 423-434. <https://doi.org/10.1080/14634988.2017.1406273>.
- KACZMARSKA, I. & J. M. EHRMAN. 2015. High colonization and propagule pressure by ship ballast as a vector for the diatom genus *Pseudo-nitzschia*. *Manag. Biol. Invasions*, 6: 31-43. <https://doi.org/10.3391/MBI.2015.6.1.03>.
- KIM, A., S. LEE & Y. SEO. 2022. How to control and manage vessels' ballast water: the perspective of Korean shipping companies. *Mar Policy* 138:105007. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105007>.
- KURNIWAN, S. B., D. S. A. PAMBUDI, M. M AHMAD, B. D. ALFANDA, M. F. IMRON & S.R.S. ABDULLAH. 2022. Ecological impacts of ballast water loading and discharge: insight into the toxicity and accumulation of disinfection by- products. *Heliyon* , 8, e09107. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09107>.
- LV, B.Y., Y. X. CUI, W. TIAN, J. LI, B. XIE & F. YIN. 2018. Abundances and profiles of antibiotic resistance genes as well as co-occurrences with human bacterial pathogens in ship ballast tank sediments from a shipyard in Jiangsu Province, China. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 157: 169–175. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.03.053>.
- LYMPEROPOULOU, D. S. & F. C. DOBBS. 2017. Bacterial diversity in ships' ballast water, ballast-water exchange, and implications for ship-mediated dispersal of microorganisms. *Environ Sci Technol.* 51(4): 1962–1972. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b03108>.
- MIDWOOD, J., A. DARWIN, Z. HO, D. ROKITNICKI-WOJCIK & P. GRABAS. 2016. Environmental factors associated with the distribution of non-native starry stonewort (*Nitellopsis obtusa*) in a Lake Ontario coastal wetland. *J. Great Lakes Res.* 42. <https://doi.org/10.1016/J.JGLR.2016.01.005>.
- NDLOVU, F. P. 2025. Trends in Compliance Monitoring Devices (CMDs) in ships' ballast water treatment systems. *Water* 17: 584. <https://doi.org/10.3390/w17040584>.
- OKOLODKOV, Y. & D. HUERTA-QUINTANILLA. 2018. Diatomeas bentónicas marinas. *Materia, Ciencia y Nanociencia* 1(2):14.
- ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, IMO. 2004. *International convention for the control and management of ship's ballast water and sediments*. Londres: OMI. ISBN 978-92-801-033-4.

- ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, IMO. 2018. MEPC.297 (72) *Enmiendas al Convenio internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques, 2004. Enmiendas a la regla B-3. Calendario para la implantación de la gestión del agua de lastre de los buques*. Londres.
- OROZCO, R., A. LORENZO, S. SÁNCHEZ, G. FLORES, V. REBAZA & N. BLAS. 2020. Efectos del agua de lastre sobre la calidad acuática de las zonas Portuarias de Callao, Pisco, Paita y Salaverry, Perú. *Rev. Inst. investig. Fac. minas metal cienc. geogr.* 23. 55-64. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v23i46.19183>.
- PEREIRA, C., G. FERRARA-GINER, L. TROCCOLI, V. HERNANDEZ, C. PEÑA, R. LOSADA & F. VERA. 2021. Comunidad fitoplanctónica en una playa de la costa central de Venezuela y su relación con variables ambientales en un ciclo anual. *Intropica*. <http://dx.doi.org/10.21676/23897864.4009>.
- PROVIDENCIA N° 363. 2012. *Procedimiento para el control de la documentación referente a la gestión del agua de lastre, de todo buque, nacional o extranjero, que ingrese en aguas jurisdiccionales venezolanas*. Gaceta Oficial N° 40.016, República Bolivariana De Venezuela Ministerio del Poder Popular Para Transporte Acuático y Aéreo, Instituto Nacional De Los Espacios Acuáticos. Disponible en: <https://venavega.com.ve/wp-content/uploads/2025/05/4-Providencia-Administrativa-N%C2%B0363-del-26-04-2012-Procedimiento-Documentacion-Agua-de-Lastre.pdf>. (revisada en abril 2025).
- RODRÍGUEZ-CENTENO M., J. R. DÍAZ-RAMOS, L. CHARZEDDINE, S. SUBERO-PINO & L. TROCCOLI-GHINAGLIA. 2010. Biomasa y abundancia del fitoplancton en la isla La Tortuga, Dependencia Federal, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanog. Univ. Oriente, Venez.* 49 (1): 77–86.
- RODRIGUES, R. V., J. S. PATIL & A. ANIL 2022. Dinoflagellates cyst assemblage concerning trophic index for eutrophication from major ports along the west coast of India. *Mar. Pollut. Bull.*, 176: 113423. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113423>.
- RUEDA-ROA, D.T. & F. E. MULLER-KARGER. 2013. The southern Caribbean upwelling system: Sea surface temperature, wind forcing and chlorophyll concentration patterns. *Deep. Res. Part I Oceanogr. Res. Pap.* 78:102–114. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2013.04.008>.
- RUIZ-OCHOA, M., E. BEIER, G. BERNAL & E. D. BARTON. 2012. Sea surface temperature variability in the Colombian Basin. Caribbean Sea. *Deep-Sea Res. I* 64: 43–53, <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2012.01.013>.
- SAEBI, M., J. XU, E. GREY, D. LODGE, N. CHAWLA, N. 2020. Higher-order patterns of aquatic species spread through the global shipping network. *PLoS ONE* 15(7): e0220353. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220353>.
- SCHILLER, J. 1971. *Dinoflagellate (Peridinae) in monographischer Behandlung. 2 Teil. Kriptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*. Johnson Repr. Corp., New York, USA. 316 pp.
- SERIDOU, P., E. KOTZIA, K. KATRIS & N. KALOGERAKIS. 2024. Ballast water treatment by ozone nanobubbles. *J Chem Technol Biotechnol*, 99: 2139-2148. <https://doi.org/10.1002/jctb.7385>.
- SHESKIN, D. J. 2004. *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures* (4th ed.). Boca Raton, FL: Chapman & Hall/ CRC.
- SHI, J., C. JI, R. WANG, C. SUN & B. LV. 2025. Simulated discharge of ballast water reveals potential contribution to spread of antibiotic resistance genes in geographically isolated receiving waters. *Antibiotics*, 14(4): 340. <https://doi.org/10.3390/antibiotics14040340>.
- SIMARD, N., A. M. WEISE, A. ROCHON, E. BRISKI, H. J MACISAAC & C.W. MCKINDSEY. 2024. Discharge of ballast residual sediments during de-ballasting procedures: A more realistic estimate of propagule pressure. *Mar. Pollut. Bull.* 207: 116716. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116716>.

- SOLER-FIGUEROA, B. M., D. N. FONTAINE, K. J. CARNEY, G. M. RUIZ & M. N. TAMBURRI. 2020. Characteristics of global port phytoplankton and implications for current ballast water regulations. *Mar. Pollut. Bull.*, 155: 111165. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111165>.
- SONG, Y., Y. GUO, H. LIU, G. ZHANG, X. ZHANG, S. THANGARAJ & J. SUN. 2022. Water quality shifts the dominant phytoplankton group from diatoms to dinoflagellates in the coastal ecosystem of the Bohai Bay. *Mar. Pollut. Bull.* 183: 114078. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114078>.
- STEICHEN, J. L. & A. QUIGG. 2015. Assessing the viability of microorganisms in the ballast water of vessels transiting the North Atlantic Ocean. *Mar. Pollut. Bull.* 101(1): 258–266. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.09.055>.
- TOMAS, C. 1997. *Identifying marine diatoms and dinoflagellates*. Academic Press, New York, USA. 265 pp.
- UTERMÖHL, H. 1958. Zur vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton Methodig. *Mitt. Verein. Theor. Argiew. Limnol.* 9: 1-38.
- VEGA, P. 2021. *Tratamiento de agua de lastre mediante luz ultravioleta en aguas co altas concentraciones de sólidos en suspensión*. Trab. Grad. MSc. Universidad de Oviedo, España, 52 pp.
- VENKATNARAYANAN, S., P. SATHISH-KUMAR, V. PANDEY, K. RATNAM, D. KUMAR-JHA, S. RAJAGURU & G. DHARANI. 2022. Survival and recovery of planktonic organisms in prolonged darkness and their implications on ballast water management. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 549: 151697. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2022.151697>.
- VIDES, M., D. ALONSO, E. CASTRO & N. BOLAÑOS. 2016. *Biodiversidad del mar de los siete colores*. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. INVEMAR y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina - CORALINA. Serie de Publicaciones Generales del INVEMAR No. 84, Santa Marta – Colombia. 228 p.
- WAN, Z., Z. SHI, A. NIE, J. CHEN & Z. WANG. 2021. Risk assessment of marine invasive species in Chinese ports introduced by the global shipping network. *Mar Pollut Bull* 173:112950. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112950>.
- WANG, Q., X. CHEN, L. LIN, W. YAO & H. WU. 2023. The dispersal of dinoflagellate cyst caused by international ships under repair conditions: a potential invasion risk to the Yangtze River Estuary, China. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 30: 86178–86188. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28485-x>.
- WANG, Z., D. NONG, A. COUNTRYMAN, J. CORBETT & T. WARZINIACK. 2020. Potential impacts of ballast water regulations on international trade, shipping patterns, and the global economy: An integrated transportation and economic modeling assessment. *J. Environ. Manage.* 275: 110892. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110892>.
- WU, H., C. SHEN, Q. WANG, R. B. ARONSON, C. CHEN & J. XUE. 2019. Survivorship characteristics and adaptive mechanisms of phytoplankton assemblages in ballast water. *J. Oceanol. Limnol.* 37(2): 580-588. <http://dx.doi.org/10.1007/s00343-019-7288-9>.
- ZAPATA, E. 2020. *Organismos planctónicos transportados en el agua de lastre de buques que arriban al Golfo de Urabá, y su posible adaptación a las condiciones físico-químicas del golfo*. Trab. Grad. Oceanografía. Universidad de Antioquia, Colombia, 70 pp.
- ZAICO, A., J. L. MARTÍNEZ, J. SCHMIDT-PETERSEN, D. RIBICIC, A. SAMUILOVIENE & E. GARCÍA-VÁZQUEZ. 2015. Metabarcoding approach for the ballast water surveillance—An advantageous solution or an awkward challenge? *Mar. Pollut. Bull.* 92: 25–34. <http://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.01.008>.

- ZAICO, A., S. A. WOOD, X. POCHON, L. BIESSY, O. LAROCHE, P. CROOT & E. GARCÍA-VÁZQUEZ. 2020. Elucidating Biodiversity Shifts in Ballast Water Tanks during a Cross-Latitudinal Transfer: Complementary Insights from Molecular Analyses. *Environ. Sci. Technol.* 54(13): 8443–8454. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c01931>.
- ZHANG, N., Y. ZHANG, M. BAI, Z. ZHANG, C. CHEN & X. MENG. 2014. Risk assessment of marine environments from ballast water discharges with laboratory-scale hydroxyl radicals treatment in Tianjin Harbor, China. *J. Environ. Manage.* 145C: 122-128. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.06.022>.
- ZHANG, Y., W. FENG, Y. CHEN, J. XUE & H. WU. 2024. Comparative study on phytoplankton treatment effectiveness of the ballast water management system with four different processes. *Water* 16: 2098. <https://doi.org/10.3390/w16152098>.

Recibido: Noviembre 2023

Aceptado: Marzo 2024

NUEVA ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DEL MOLUSCO EXÓTICO *Naria turdus* LAMARCK, 1810, (GASTROPODA: CYPRAEIDAE) PARA EL CARIBE NORORIENTAL DE VENEZUELA

JESÚS ANTONIO BELLO-PULIDO^{1*}, ÁNGEL RAFAEL FARIÑA PESTANO², MAYRÉ JIMÉNEZ-PRieto³, YORFRAN JOSÉ
MARCANO-BERMÚDEZ⁴

¹*Centro de Investigaciones Ecológicas de Guayacán, Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre y Oficina Nacional para la Crisis Climática región Nororiental, MINEC, Venezuela.*

* *Autor de correspondencia: jesusantoniobello@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-7645-0118>*

²*Laboratorio de ecología de peces marinos, Departamento de Biología, Universidad de Oriente, y Centro Nacional de Investigación de Pesca y Acuicultura (CENIPA), Venezuela.
afarina46@yahoo.com. <https://orcid.org/0000-0002-7659-9844>*

³*Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Venezuela.
mayrej@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-8556-5574>*

⁴*Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Venezuela.
yorfranmarcanobermudez@gmail.com. <https://orcid.org/0009-0002-7200-4695>*

RESUMEN: El golfo de Cariaco es un enclave situado en el estado Sucre, al oriente de Venezuela, con gran importancia ecológica debido a que alberga una alta diversidad de ecosistemas, varios de ellos utilizados por muchas especies como zonas de criadero. Se han hecho diferentes estudios para determinar la composición de la biota en los espacios de este cuerpo de agua, pero pocos han estado dirigidos a la presencia de especies exóticas, algo que amenaza su biodiversidad. En tal sentido, se presenta una breve reseña de los registros de especies no autóctonas en el golfo, de las que pudieran estar ocupando estas aguas y el primer registro para esta zona del molusco *Narias turdus*, un taxón originario del Mar Rojo, golfo de Omán y África Oriental en el Océano Índico. El hallazgo se hace en la localidad de Camacuey, cercana a la ciudad de Cumaná. La especie se distingue por presentar una concha de forma ovalada, fuerte, lisa, brillante, con manchas irregulares, marrones claras, oscuras y ocre, dispersas dorsal y lateralmente, sobre una superficie blanquecina-grisácea; con la base gruesa, blanca, con manchas irregulares marrones claras, oscuras y ocre. La ocurrencia de ejemplares de diversas tallas supone un asentamiento no reciente y la posibilidad de que esté en otras zonas del golfo.

Palabras clave: Biodiversidad, especie alóctona, golfo de Cariaco

ABSTRACT: The Gulf of Cariaco is an enclave located in the state of Sucre, in eastern Venezuela, with great ecological importance because it houses a high diversity of ecosystems, several of which are used by many species as breeding grounds. Different studies have been done to determine the composition of the biota in the spaces of this body of water, but few have been directed at the presence of exotic species, something that threatens its biodiversity. In this regard, a brief review is presented of the records of non-native species in the gulf, of those that could be occupying these waters and the first record for this area of the mollusk *Narias turdus*, a taxon originating from the Red Sea, the Gulf of Oman and East Africa in the Indian Ocean. The discovery was made in the town of Camacuey, near the city of Cumaná. The species is distinguished by its oval-shaped shell, strong, smooth, shiny, with irregular light brown, dark brown and ochre spots, scattered dorsally and laterally, on a whitish-greyish surface; with a thick, white base, with irregular light brown, dark brown and ochre spots. The occurrence of specimens of various sizes suggests that it has not been a recent settlement and the possibility that it is in other areas of the gulf.

Key words: Biodiversity, allochthonous species, Gulf of Cariaco

El golfo de Cariaco es un ecosistema semicerrado que se encuentra emplazado en el Caribe nororiental del estado Sucre-Venezuela. Posee una longitud aproximada de 62 km en dirección este-oeste y un máximo de 15 km de ancho en la norte-sur, con un área aproximada de 642 km² (OKUDA 1981; LEMUS 2014). Esta región se caracteriza por presentar rasgos geológicos y orográficos muy particulares. El extremo sur se

encuentra dominado por la estrecha serranía de la península de Araya y el norte por el Macizo Oriental de la Cordillera de la Costa, ambas de origen sedimentario (SCHUBERT 1972). En conjunto, el paisaje litoral del golfo de Cariaco está conformado por lomeríos, valles, peniplanicies y paisajes costeros (QUINTERO *et al.* 2005), donde tienen asiento varios ecosistemas litorales como herbazales psamófilos, halófilos y acuáticos, así como manglares, pastos marinos y arrecifes coralinos (ALLEN *et al.* 2004; CUMANA *et al.* 2010; ARIZA *et al.* 2011; NÚÑEZ *et al.* 2011; BELLO *et al.* 2020).

Debido a las particularidades ecosistémicas de este golfo, se han llevado a cabo numerosas investigaciones en este importante reservorio biológico y pesquero, con el objetivo de conocer la biodiversidad. Sin embargo, aún se cuenta con información limitada respecto a las especies exóticas que ingresan a los diversos ecosistemas marino-costeros de la región. Se tiene conocimiento de la presencia de varios taxones alóctonos en sus aguas, que incluyen a *Ulva reticulata* FORSSKÅL 1775, *Charybdis hellerii* (A. MILNE-EDWARDS, 1867), *Perna perna* (LINNAEUS, 1758), *Perna viridis* (LINNAEUS, 1758) y *Styela clava* HERDMAN, 1881 (BARRIOS 2005; PÉREZ *et al.* 2007; ACOSTA *et al.* 2009; BETANCOURT & BARRIOS-MONTILLA 2021), junto a otras de origen incierto consideradas como criptogénicas (PÉREZ *et al.* 2007). No obstante, existe la posibilidad de que en este golfo pudieran estar presente otras especies exóticas con potencial invasor demostrado y que no hayan sido detectadas hasta el presente, las cuales se han registrado para otras regiones costeras del estado Sucre cercanas al área de la presente investigación. Entre ellas se encuentra *Kappaphycus alvarezii* (DOTY) DOTY EX P.C.SILVA, 1996. Esta macroalga se introdujo con fines comerciales en la ensenada de Guaranache, ubicada en la costa norte de la península de Araya, y aunque no ha sido registrada en otros espacios acuáticos del estado Sucre, es muy probable que esté presente de acuerdo con BARRIOS (2005). El coral blando *Unomia stolonifera* reportado para varias localidades del parque nacional Mochima (RUIZ-ALLAIS *et al.* 2021), y la damisela real *Neopomacentrus cyanomos*, registrada en una zona cercana a la bahía de Santa Fe (FARIÑA 2023), así como en otras localidades del nororiente venezolano (Fariña Com. Pers.), son especies con una alta probabilidad de hallarse en el golfo de Cariaco.

Con la presente nota, se adiciona formalmente a la lista de especies exóticas para el golfo de Cariaco a *Naria turdus* LAMARCK, 1810. Este molusco gasterópodo perteneciente a la familia Cypraeidae, presenta una historia de vida natural circunscrita al Mar Rojo, Golfo de Omán y África Oriental en el Océano Índico (OLEINIK 2023). Fuera de su área nativa, ha sido detectado en el Mar Mediterráneo, donde fue introducido a través del Canal de Suez desde el Mar Rojo a principios de los años 80 del siglo pasado, y actualmente se le considera como invasora (CHIAPPONI 2009; OCCHIPINTI-AMBROGI *et al.* 2010; OLEINIK 2023).

En el caso del Gran Caribe, su presencia se remite al 2020, específicamente en las Antillas Menores de Aruba, Curazao y Bonaire (DEKKERS & ROS 2022; OLEINIK 2023). Luego se reporta en Costa Rica, Puerto Rico, Islas Caimán, República Dominicana (MARÍN-ZABALA 2023) y en el estado de Florida, siendo esta su distribución más lejana, de los sitios pioneros de documentación de invasión en el sur del Mar Caribe, es decir a 646,48 Km de Aruba (LEAL & DUPONT 2023). Particularmente, en Venezuela la ocurrencia *Naria turdus* se confirma en el año 2023, cuyo reporte se remite a un ejemplar muerto colectado por Yoanna Marín en marzo de 2023, concretamente en la Laguna de La Restinga (isla de Margarita), en las coordenadas 10,966°N - 64,176°O, a una profundidad de 1,5 m. El material objeto de dicho estudio se encuentra depositado en la colección de moluscos del Museo Marino de Margarita MMM-MO-0988 (MARÍN-ZABALA 2023). Observando los sitios de registros actuales para esta especie y la dinámica comercial vía marítima entre los países caribeños, que incluyen barcos mercantes, petroleros, yates, cruceros y flota pesquera (OLEINIK 2023), se podría especular que la distribución de este cypraeideo pudiera ser más amplia en las aguas caribeñas.

El hallazgo de *Naria turdus* en el estado Sucre, comprende un grupo de individuos localizado el 18 de julio de 2023 en playa Camacuey, en las coordenadas 10°26'48.22" N - 64°04'34.85" O (Figura 1). La localidad se ubica aproximadamente a un kilómetro de la comunidad de El Peñón (adyacente a Cumaná) en la costa Sur del golfo de Cariaco, en un área influenciada en menor o mayor medida por una escorrentía intermitente y por los efectos esporádicos del canal aliviadero del río Manzanares.

Se recolectaron 12 ejemplares a las 01:00 h, mediante buceo libre en aguas someras (0.5-1.5 m de profundidad), en sustrato arenoso y debajo de cantos rodados. Posterior al primer avistamiento, se realizó una nueva visita a la zona el 7 de abril a las 12:00 h, con el fin de detectar la presencia o ausencia de la especie, logrando encontrar 12 ejemplares (6 vivos y 6 muertos). Los organismos se preservaron en formalina al 4 % y, finalmente fueron fijados en el alcohol etílico al 75%.

Los caracteres morfológicos y merísticos diagnósticos de los ejemplares *Naria turdus* provenientes del golfo de Cariaco fueron: concha de forma ovalada, fuerte, lisa, brillante, con manchas irregulares, marrones claras, oscuras y ocre, dispersas dorsal y lateralmente, sobre una superficie blanquecina-grisácea (Figura 2). La base es gruesa, blanca con manchas irregulares, marrones claras oscuras y ocre. La parte ventral es blanca y presenta 16 denticulos en el labio externo y 14 en el labio interno, en ambos casos de color blanco. Apertura estrecha y alargada. Labios internos y externos, convexos o doblados (Figura 3). El manto es papiloso, marrón claro u oscuro, con papilas simples, bifurcadas o ramificadas con terminaciones blancas (Figura 3). Las medidas morfométricas de ejemplares de *Naria turdus* en el área de este estudio (TABLA 1), se ajustan a la descripción para la especie propuesta por BURGESS (1985), LORENZ Y HUBERT (1993) y MARÍN-ZABALA (2023).

En los países donde esta especie ha sido detectada (Mediterráneo y el Caribe), su introducción se ha relacionado con dos eventos importantes (canal de Suez desde el Mar Rojo y agua de lastre). En el caso de las aguas caribeñas, la vía más aceptable es a través de la descarga de agua de lastre por buques petroleros (OLEINIK 2023). Una tendencia que ha sido relacionada con la transferencia de otras especies alóctonas en el gran Caribe (OLEINIK 2023).

Tomando como referencia la rápida dispersión de *Naria turdus* en el Caribe, con menos de 3 años desde su primer registro, aunado a su comportamiento agresivo por espacio y/o alimento en poblaciones

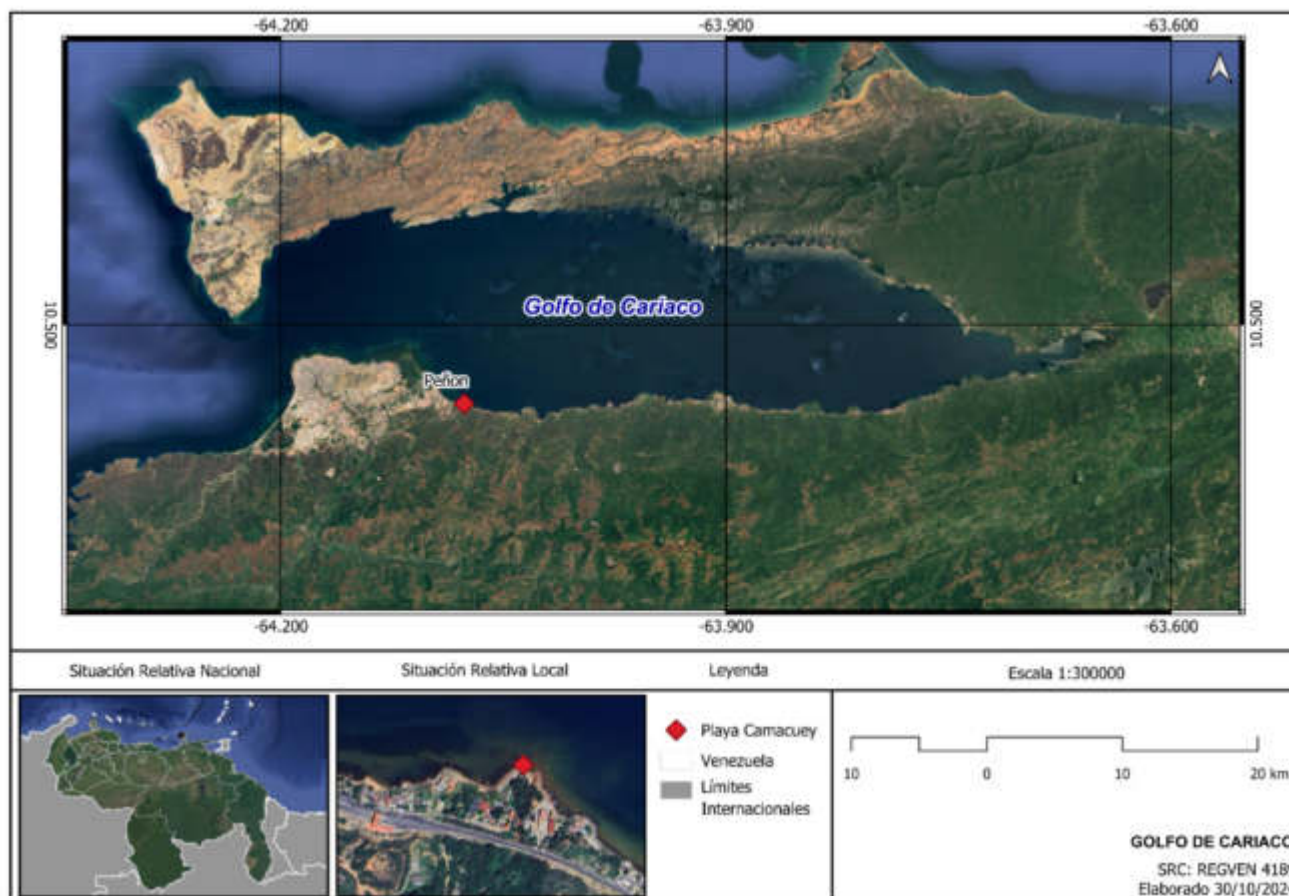


Figura 1. Localización geográfica de playa Camacuey, costa sur del golfo del Golfo de Cariaco, Venezuela nororiental.



Figura 2. Ejemplares de *Naria turdus* (Lamarck, 1810) en la costa sur del golfo del Golfo de Cariaco, Venezuela nororiental.



Figura 3. Característica del manto papiloso (flechas negras) en ejemplares de *Naria turdus* (Lamarck, 1810) en la costa sur del golfo del Golfo de Cariaco, Venezuela nororiental.

TABLA 1. Medidas morfométricas de ejemplares de *Naria turdus* (Lamarck, 1810) colectados en la costa sur del Golfo de Cariaco, Venezuela nororiental.

Longitud de la concha (mm)	Ancho de la concha (mm)	Altura de la concha (mm)
45,75	25,21	22,99
42,08	24,59	22,35
42,15	27,05	23,20
34,40	22,10	18,70
39,80	26,80	22,14
31,37	24,30	18,02
36,42	26,01	21,08
36,60	26,41	22,18
44,48	27,30	24,20
32,10	23,40	21,08
41,10	26,30	23,20
34,30	25,05	21,10
31,15	22,10	20,08
29,88	23,70	19,03
43,40	29,68	23,40
34,40	23,20	20,15
47,32	29,88	24,58
31,08	20,10	16,80
44,25	27,01	23,75
45,30	27,30	24,18
44,25	27,01	23,75
45,30	27,30	24,18
39,44	26,21	22,08
39,89	26,30	22,31
39,01±5,46	25,60±2,29	21,97±2,14

nativas de *Naria acicularis* en las Antillas Holandesas (DEKKERS & ROS 2022; LEAL & DUPONT 2023), se sugiere hacerle seguimiento en el Caribe general, con el fin de entender los mecanismos que permiten esta acelerada expansión, así como evaluar la posibilidad que desplace alguna especie nativa. En el caso de la zona de estudio, la especie exótica del presente hallazgo se encontró compartiendo los mismos nichos con otros moluscos propios de la zona como *Leucozonia nassa*, *Lottia antillarum*, *Chicoreus brevifrons*, *Stramonita haemastoma*, *Agathistoma fasciatum*, *Cittarium pica* y *Tegula excavata*.

En el caso particular del golfo de Cariaco, el hecho de encontrar ejemplares de *Naria turdus* en diferentes tallas, hace suponer que este gasterópodo pudiera tener un rango de distribución más amplia en la zona, considerando la uniformidad de las condiciones ambientales en el entorno receptor, aunado al patrón en sentido de circulación anticiclónico que presentan las corrientes marinas (QUINTERO *et al.* 2002), lo que sugiere esperar una alta posibilidad de dispersión larvaria en dirección este-oeste y norte-sur. También aunado a la descarga de agua proveniente de la flota marítima (peñeros) que recorre estas aguas en sus faenas de pesca artesanal, que resulta otra vía de dispersión y transporte de larvas planctónicas

de un lugar a otro. En tal sentido, se recomienda un monitoreo a largo plazo de esta especie exótica para conocer su rango de expansión actual, así como estudiar su biología y ecología local, a fin de poder evaluar correctamente sus posibles impactos a la biota nativa.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su más sincero agradecimiento a Jhonaikel Salazar, Ewdin Ramos, Sergio Maiz, Eloy Martínez e Irám Tineo, miembros del Liceo Bolivariano Nueva Toledo de El Peñón, por su valiosa y destacada participación en las actividades de campo realizadas en el marco del proyecto científico “Moluscos del litoral rocoso de El Peñón”. Asimismo, se agradece a los especialistas Anton E. Oleinik (Department of Geosciences, Florida Atlantic University) y José H. Leal (Bailey-Matthews National Shell Museum, Sanibel, Boca Raton) por su pronta y acertada colaboración en la identificación y verificación de ejemplares adultos y juveniles de *Naria turdus*. De igual forma, se reconoce el apoyo de Luis Brito, del Observatorio Nacional para la Crisis Climática, por su aporte en la elaboración del trabajo cartográfico.

REFERENCIAS

- ACOSTA, V., C. LODEIROS, A. PRIETO, M. GLEM & Y. NATERA. 2009. Efecto de la profundidad sobre el crecimiento de los mejillones *Perna perna* y *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) en cultivo suspendido en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Zootecnia Trop.* 27(3): 315-328.
- ALLEN, T., M. JIMÉNEZ & S. VILLAFRANCA. 2004. Abundancia y riqueza específica de la ictiofauna asociada con *Thalassia testudinum* en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 52(4): 973-980.
- ARIZA, L., J. NÚÑEZ, L. RUIZ & E. MÉNDEZ DE E. 2011. Biodiversidad íctica de praderas de pasto marino de la costa noroeste del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 60(2): 635-648.
- BARRIOS, J. 2005. Dispersión del alga exótica *Kappaphycus alvarezii* (Gigartinales: Rhodophyta) en la región nororiental de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 44(1): 29-34.
- BELLO, J., D. ROSARIO, Y. GUEVARA, L. CUMANA, J. CARIACO, L. COELLO & R. GÓMEZ. 2020. Plantas vasculares y unidades de vegetación del parque litoral Punta Delgada, Cumaná, Venezuela nororiental *Mem. Fund. La Salle Cien. Nat.* 78(186): 41-64.
- BETANCOURT, R. & J. BARRIOS-MONTILLA. 2021. Macroalgas asociadas a *Rhizophora mangle* en la ensenada de Carenero, estado Sucre, Venezuela. *Acta Biol. Venez.* 41(1): 57-67.
- BURGESS, C. 1985. Cowries of the Worlds. Gordon Verhoef. First edition. South África. 289 pp.
- CHIAPPONI, M. 2009. A *Lessepsian* subspecies of *Erosaria turdus* (Lamarck, 1810) (Mollusca: Gastropoda: Cypraeidae) *Acta Conchylorum.* 10: 95-101.
- CUMANA, L., M. SANABRIA, C. LEOPARDI & Y. GUEVARA. 2010. Plantas vasculares de los manglares del estado Sucre, Venezuela. *Acta Bot. Venez.* 33(2): 273-298.
- DEKKERS, A. & L. ROS. 2022. On the invasion of *Naria turdus* (Gastropoda, Cypraidae) in the Dutch Caribbean, with taxonomic notes on the species. *The Festivus*, 54(3): 269-273.
- FARIÑA, A. 2023. Primer registro para Venezuela de la especie no nativa *Neopomacentrus cyanomos* (Bleeker, 1856) (Ovalentaria-Pomacentridae), en la costa norte del estado Sucre. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 62(02): 50-57.
- LEAL, J. & A. DUPONT. 2023. A prediction held true: first record of the non-indigenous Thrush Cowrie *Naria turdus* (Lamarck, 1810) (Gastropoda: Cypraeidae) in South Florida. *The Nautilus*, 137(1): 31-34.
- LEMUS, A. 2014. Análisis espacial para el ordenamiento de la zona costera del Golfo de Cariaco, estado Sucre. Venezuela. *Terra Nueva Etapa*, 30(47): 33-53.

- LORENZ, F. & A. HUBERT. 1993. A Guide to Worldwide Cowries. Verla Christa Hemmen. First Edition. 571 pp.
- MARÍN-ZABALA, Y. 2023. Introducción de *Naria turdus* (Lamarck, 1810) (Mollusca: Caenogastropoda) en aguas costeras de Venezuela. *Mem. Fund. La Salle Cien. Nat.* 81(191):31-36.
- NÚÑEZ, J., E. MÉNDEZ DE E., A. ARIZA & L. RUIZ. Variaciones diurnas y nocturnas de la estructura comunitaria de peces en un arrecife de coral frangeante en el golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. *Bol. Centro Invest. Biol.* 45(4): 367-386.
- OCCHIPINTI-AMBROGI, A., A. MARCHINI, G. CANTONE, A. CASTELLI, C. CHIMENZ, M. CORMACI, C. FROGLIA, G. FURNARI, M.C. GAMBI, G. GIACCONE, A. GIANGRANDE, C. GRAVILI, F. MASTROTOTARO, C. MAZZIOTTI, L. ORSI-RELINI & S. PIRAINO. 2010. Alien species along the Italian costas: an overview. *Biological Invasion.* 13(1):215-237.
- OLEINIK, A. 2023. Introduction of *Naria turdus* (Lamarck, 1810) (Gastropoda: Cypraeidae) from the western Indian Ocean to the island of Aruba, western Atlantic Ocean. *The Nautius.* 137(1):24-30.
- OKUDA, T. 1981. Water exchange and the balance of phosphate in the gulf of Cariaco, Venezuela. *Coast. Estuar. Sci.* 1:274-281.
- PÉREZ, J., C. ALFONSÍ, S. SALAZAR, O. MACSOTAY, J. BARRIOS & R. MARTÍNEZ. 2007. Especies marinas exóticas y criptogénicas en las costas de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 46(1): 9-96.
- QUINTERO, A., TEREJOVA, G., VINCENT G., PADRÓN A. & J. BONILLA. 2002. Las corrientes marinas en el golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 48(2): 109-119.
- QUINTERO, A., G. TEREJOVA & J. BONILLA. 2005. Morfología costera del golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 44(2):133-143.
- RUIZ-ALLAIS, J., Y. BENAYAHU & O. LASSO-ALCALÁ. 2021. The invasive octocoral *Unomia stolonifera* (Alcyonacea, Xeniidae) is dominating the benthos in the Southeastern Caribbean Sea. *Mem. Fund. La Salle Cien. Nat.* 79(187):63-80.
- SCHUBERT, C. 1972. Geología de la península de Araya, estado Sucre. *Bol. Geol.* 5:1823-1886.

RECIBIDO: Noviembre 2024

ACEPTADO: Mayo 2025



Spirobranchia gigantea en *Millepora alcicornis* del Parque Nacional Mochima, Venezuela (Foto: Ildefonso Liñero-Arana)

Este volumen especial dedicado a la memoria de Ildefonso “Mito” Liñero-Arana, tal vez se ha quedado corto ante la magnitud de su legado; muchos deben su formación o parte de ella al *Ítaco* como le llamaban algunos o *Titi* como se le conocía en su círculo íntimo o simplemente *Mito*. De carácter fuerte e impositivo dirigió tesis y proyectos de investigación que difícilmente alguien más habría podido llevar a feliz término, y todo ello gracias a la constancia, perseverancia, dedicación y amor por las ciencias marinas. *Mito* supo asumir con gran responsabilidad y excelente desempeño todas las funciones administrativas encomendadas sin abandonar jamás la docencia, la investigación, su familia, sus hobbies, a sus amigos y particularmente a este Boletín, al cual apoyó siempre y ayudó a mantener a flote durante uno de los periodos más duros. Por más de 20 años compartimos vivencias, aventuras e investigación, el camino fue largo y no exento de diferencias, pero eso hizo que lo conociera más, lo respetara aún más y lo apreciara mucho más. Los avatares de la vida nos llevaron, finalmente, por caminos separados en países diferentes, pero las buenas enseñanzas no se olvidan, se practican y mejoran y te convierten en un facilitador de esas enseñanzas. Hoy y siempre estaré agradecido por toda la enseñanza, toda la dedicación, por todas las herramientas que me entregó y que me ha permitido llegar donde, inicialmente, nunca soñé que podría llegar. Podrían escribirse libros enteros con las vivencias en el laboratorio o en las salidas de campo de aquellos que se formaron bajo el ojo crítico y amable de *Mito*, sólo aquellos que tuvieron ese privilegio llegaron a conocerlo y entenderán claramente estas palabras. Muchas cosas quedaron en el tintero, capítulos de libros, artículos, libros por escribir, no por falta de ganas sino porque la otra faceta de *Mito* era la perfección en sus escritos, pero el destino se adelantó y *Mito* nos dejó antes de tiempo. Aún así, fue y seguirá siendo un referente en estudios ecológicos sobre meiofauna y macrofauna bentónica marina y de aguas continentales, pero particularmente por su aporte al conocimiento de la poliquetofauna de Venezuela y la región, sus estudios taxonómicos sobre poliquetos contribuyeron, en poco más de 40 años (1975-2017), a elevar el número de especies reconocidas de 44 hasta más 500 especies, incluidas aquellas especies nuevas para la ciencia e incluidas en más de 100 artículos científicos publicados.

Oscar Díaz-Díaz

Puyallup, Wa. Febrero, 2025