

Ciencia e IngenieríaRevista Interdisciplinar de Estudios en Ciencias
Básicas e Ingenierías

ISSN 2389-9484

Año 2026, julio-diciembre, Vol. 13, N.º 2, e21058969

Facultades de Ciencias Básicas y Aplicadas e
Ingeniería. Universidad de La Guajira

La Guajira, Riohacha, Colombia

<http://revistas.uniguajira.edu.co/index.php/cei>

Este documento fue depositado en Zenodo.

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.21058969>ARK: <https://n2t.net/ark:/60540/21058969>**Brightdoom Márquez-Rojas***<https://orcid.org/0000-0002-2703-8696>bmarquez2001@gmail.comUniversidad de Oriente, Cumaná, Sucre,
Venezuela**Jorge Barrios-Montilla**<https://orcid.org/0000-0001-6697-5140>jebarster@gmail.comUniversidad de Oriente, Cumaná, Sucre,
Venezuela

*correspondencia.

CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN, BIOMASA Y DIVERSIDAD DEL ZOOPLANKTON EN LA ENSENADA DE MACURO, GOLFO DE PARIA, VENEZUELA

Characterization of the composition, biomass and diversity of zooplankton in Macuro inlet, gulf of Paria, Venezuela

RESUMEN

El conocimiento sobre la comunidad zooplanctónica de la ensenada de Macuro (golfo de Paria, Venezuela) es limitado. Por ello, se caracterizaron la composición taxonómica, biomasa, densidad y diversidad del zooplancton durante la época de lluvias de 2014 en ocho estaciones de muestreo. Las colectas superficiales se realizaron mediante una red estándar de plancton de 58 cm de diámetro de boca y 300 µm de abertura de malla. En cada estación se registraron la temperatura y salinidad del agua. Asimismo, se determinaron la biomasa zooplanctónica (volumen sedimentado y masa húmeda) y la densidad de organismos. La temperatura superficial promedio fue de 27,6 °C y la salinidad de 32,7 ups. Los valores de volumen sedimentado (0,22–0,45 ml·m⁻³), masa húmeda (0,06–0,20 mg·m⁻³) y densidad zooplanctónica (415–835 ind·m⁻³) fueron bajos. Se identificaron siete filos, 13 clases, 12 órdenes, 22 familias y 36 especies; Arthropoda fue el grupo dominante, representando más del 70 % de los organismos colectados. Las especies más abundantes fueron *Pseudevadne tergestina*, *Acartia tonsa*, *Temora turbinata* y *Corycaeus speciosus*. La estructura comunitaria mostró variaciones espaciales, destacando la estación cinco por sus mayores valores de diversidad y equitatividad, mientras que la estación uno y ocho presentaron las mayores abundancias asociadas a una mayor dominancia taxonómica. Se recomienda ampliar el monitoreo temporal e incorporar variables fisicoquímicas complementarias para mejorar la comprensión de los factores que regulan la comunidad zooplanctónica en la ensenada de Macuro.

Palabras clave: composición zooplanctónica, zooplancton costero, ensenada de Macuro; Golfo de Paria.

ABSTRACT

Knowledge of the zooplankton community in Macuro Inlet (Gulf of Paria, Venezuela) is limited. Therefore, the taxonomic composition, biomass, density, and diversity of zooplankton were characterized during the 2014 rainy season at eight sampling stations. Surface collections were made using a standard plankton net with a 58 cm diameter mouth and 300 µm mesh opening. Water temperature and salinity were recorded at each station. Zooplankton biomass (sedimented volume and wet mass) and organism density were also determined. The average surface temperature was 27.6 °C and the average salinity was 32.7 psu. Sediment volume (0.22–0.45 ml·m⁻³), wet mass (0.06–0.20 mg·m⁻³), and zooplankton density (415–835 ind·m⁻³) were low. Seven phyla, 13 classes, 12 orders, 22 families, and 36 species were identified; Arthropoda was the dominant group, representing more than 70% of the collected organisms. The most abundant species were *Pseudevadne tergestina*, *Acartia tonsa*, *Temora turbinata*, and *Corycaeus speciosus*. Community structure showed spatial variations, with station five standing out for its higher diversity and evenness values, while stations one and eight exhibited the highest abundances, associated with greater taxonomic dominance. It is recommended to extend the temporal monitoring and incorporate complementary physicochemical variables to improve the understanding of the factors that regulate the zooplankton community in the Macuro inlet.

Keywords: Zooplankton composition, coastal zooplankton, Macuro inlet; Gulf of Paria.

Recibido: 23-09-2025

Aceptado: 13-04-2026

Publicado: 01-07-2026



INTRODUCCIÓN

La ensenada de Macuro, ubicada en el extremo oriental de la península de Paria (golfo de Paria, nororiente de Venezuela), se encuentra próxima a la Boca de Dragón, principal vía de intercambio de masas de agua entre el mar Caribe y el golfo de Paria (Rincón et al., 2008). Esta ubicación le confiere características oceanográficas particulares, influenciadas tanto por la entrada de aguas oceánicas como por los aportes continentales asociados al río Orinoco. El golfo de Paria constituye un sistema marino-costero de gran heterogeneidad ambiental, donde convergen playas arenosas y rocosas, formaciones deltaicas, extensos manglares y otros hábitats de importancia ecológica. Su complejidad estructural y funcional está determinada por los patrones de circulación interna, los gradientes de temperatura y salinidad, así como por la alta disponibilidad de nutrientes, factores que sustentan una importante diversidad biológica y una intensa actividad productiva (Colonnello, 2004; Snedden et al., 2013).

La ensenada de Macuro, por su posición en la interfaz entre ambientes continentales y marinos, es particularmente susceptible a los impactos de actividades antropogénicas que se superponen a los efectos de fenómenos naturales (Yáñez-Arancibia, 2010). En este contexto, el estudio de los organismos pelágicos, a través del análisis de su composición, abundancia, distribución y dinámica comunitaria, constituye una herramienta valiosa para la evaluación ambiental, ya que permite detectar o anticipar cambios ecosistémicos asociados a la contaminación, la pesca o el cambio climático (Jiménez-Rosenberg & Aceves-Medina, 2009). En particular, el zooplancton resulta de gran utilidad como grupo indicador debido a su alta sensibilidad y adaptación a procesos físicos que operan a distintas escalas espaciales y temporales (Yebra et al., 2009; Vásquez-Yeomans et al., 2012).

En Venezuela, el estudio del zooplancton ha sido abordado principalmente en la región nororiental del país, con énfasis en sistemas como el golfo de Cariaco y áreas influenciadas por la dinámica del río Orinoco, donde se han descrito patrones de composición, abundancia y variación estacional asociados a la hidrología regional (Legaré, 1961; Zoppi, 1961; Calef & Grice, 1967; Alvarino, 1968; Urosa & Rao, 1974; Márquez-Rojas & Scott-Frías, 2024). Sin embargo, a pesar de la importancia oceanográfica del Caribe suroriental y del notable aporte de aguas continentales provenientes del Orinoco y del Amazonas, el conocimiento sobre la estructura y dinámica del zooplancton en varias zonas costeras sigue siendo limitado y fragmentario. En particular, la ensenada de Macuro representa un área prácticamente no estudiada desde el punto de vista zooplanctónico, a pesar de su ubicación estratégica en la zona de transición entre el golfo de Paria y el mar Caribe, lo que refuerza la necesidad de generar información que contribuya a comprender la variabilidad ecológica y oceanográfica de este sistema costero.

A partir de 2005 se observa una reactivación de los estudios zooplanctónicos en la región del golfo de Paria y áreas adyacentes, impulsada por la necesidad de establecer líneas base ambientales asociadas a actividades de exploración y explotación de hidrocarburos desarrolladas por la industria petrolera venezolana (PDVSA). En este contexto, Márquez-Rojas (2005) aportó información sobre la composición y abundancia del zooplancton en la costa norte de la península de Paria y el golfo de Paria, aunque con limitaciones espaciales y temporales que restringen el análisis de su variabilidad. Zoppi et al. (2008) analizaron la dinámica del zooplancton en la plataforma deltana, evidenciando la influencia de las condiciones

hidrográficas regionales, pero sin abordar ambientes semi-cerrados como el golfo de Paria. Por su parte, Cárdenas-Oliva et al. (2010) y Márquez et al. (2013) realizaron aportes taxonómicos sobre poliquetos holoplanctónicos en la región, ampliando el conocimiento sistemático, aunque sin un enfoque integral de la estructura comunitaria. Finalmente, Cova (2018) evaluó la composición y abundancia del zooplancton en la península de Paria, aportando información regional, pero con limitaciones en la integración espacio-temporal. En conjunto, estos estudios han contribuido al conocimiento del zooplancton en el área, pero persiste un vacío en la evaluación integral de su estructura comunitaria en sistemas costeros específicos como la ensenada de Macuro.

Pese a los avances recientes, el conocimiento sobre la comunidad zooplanctónica en la ensenada de Macuro sigue siendo fragmentario. La falta de una caracterización sistemática de su composición taxonómica, biomasa y diversidad en esta localidad, limita la comprensión de los procesos ecológicos que operan en este sector del golfo de Paria. Frente a este vacío de información, se plantea como hipótesis que la comunidad zooplanctónica presenta variaciones espaciales significativas, modeladas por los gradientes ambientales locales. Para evaluar esta premisa, el presente estudio tuvo como objetivo caracterizar la comunidad zooplanctónica de la ensenada de Macuro durante la época de lluvias de 2014, mediante el análisis de su composición taxonómica, biomasa, densidad e índices ecológicos de diversidad, equitatividad y riqueza, en ocho estaciones distribuidas a lo largo de la ensenada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El golfo de Paria está ubicado en el extremo nororiental de Venezuela, tiene un área de 7.600 km² y una extensión este-oeste de 135 km y norte-sur de 72 km, se comunica con el mar Caribe al norte a través de la Boca de Dragón, con el océano Atlántico al sureste por la Boca de Serpiente, al noreste limita con la península de Paria, al suroeste con parte del estado Delta Amacuro y al este con la isla de Trinidad; está fuertemente influenciado por aportes de agua dulce del río Orinoco y de numerosos ríos menores, lo que le confiere bajas salinidades, sus aguas son cálidas y de poca transparencia, debido a la elevada turbidez por la presencia de partículas en suspensión (Colonnello, 2004; Solé & Barrios, 2009).

La ensenada de Macuro, ubicada en el municipio Valdez (estado Sucre, Venezuela), es un sistema costero somero con una profundidad máxima aproximada de 10 m y una superficie cercana a 8 km². Se localiza al sur de la península de Paria, a pocos kilómetros de Boca de Dragón, entre las coordenadas 10°39'39,4"N - 61°56'07,9"O y 10°39'05,3"N - 61°56'37,6"O (Figura 1).

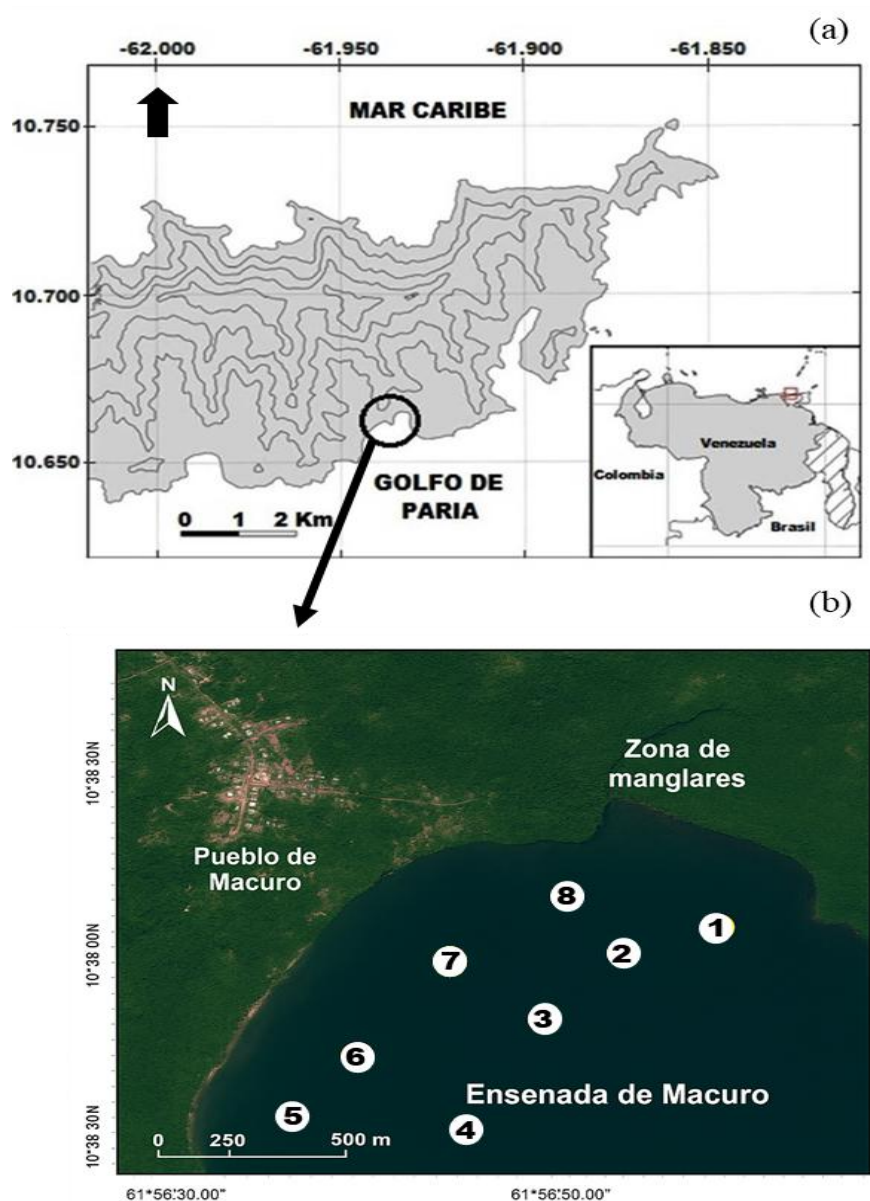


Figura 1. (a) Ubicación geográfica del golfo de Paria y (b) estaciones de muestreo de zooplancton en la ensenada de Macuro, estado Sucre. (Google Maps, 2025, 10 de noviembre 2025, <https://www.google.es/maps>).

Metodología de campo y procesamiento de muestras

El muestreo de zooplancton se realizó durante la época de lluvia (23 de mayo 2014) a bordo de una embarcación artesanal de madera tipo peñero, en ocho estaciones distribuidas a lo largo de la ensenada de Macuro (Figura 1). En cada estación se midió la salinidad (ups) y temperatura (°C) del agua con una sonda multiparamétrica (YSI 556) (Tabla 1).

Tabla 1. Ubicación geográfica, valores de salinidad y temperatura de las estaciones de colecta del zooplancton en la ensenada de Macuro. C: estación costera, AC: estación alejada de la costa.

Estaciones	Ubicación	Latitud N	Longitud O	Salinidad (ups)	T (°C)
1	C	10° 39' 42,66"	61° 56' 7,25"	32,74	27,3
2	AC	10° 39' 33,01"	61° 56' 15,14"	32,85	27,3
3	AC	10° 39' 29,63"	61° 56' 25,62"	33,05	27,5
4	AC	10° 39' 19,48"	61° 56' 33,54"	32,63	27,8
5	C	10° 39' 26,71"	61° 56' 28,39"	32,81	27,4
6	C	10° 39' 31,68"	61° 56' 24,68"	32,81	27,7
7	C	10° 39' 38,55"	61° 56' 16,62"	32,21	27,7
8	C	10° 39' 33,72"	61° 56' 20,99"	32,40	28,0

Las muestras fueron recolectadas utilizando una red estándar de plancton con un tamaño de malla de 300 μm y un diámetro de boca de 58 cm, equipada con un medidor de flujo RIGOSHA. Los arrastres se efectuaron a nivel superficial ($< 5\text{ m}$), con una duración de 10 minutos y a una velocidad aproximada de 2 nudos. El zooplancton recolectado fue filtrado y colocado en envases de 0,5 L, luego fueron fijadas y conservadas en una solución de formaldehído al 4%, preparada con agua de mar filtrada y neutralizada con tetraborato de sodio, según el protocolo descrito por Postel et al. (2000).

Cada muestra fue homogenizada y posteriormente dividida en dos fracciones iguales mediante un separador tipo Folsom (Postel et al., 2000). Una de las fracciones se destinó a la determinación de la biomasa zooplanctónica mediante métodos volumétricos y gravimétricos. Para estimar el volumen sedimentado, las muestras se colocaron en probetas graduadas y se dejaron sedimentar durante 24 h, registrándose posteriormente el volumen ocupado por los organismos. La biomasa húmeda se determinó filtrando la muestra para eliminar el exceso de agua; posteriormente, los organismos se colocaron sobre papel absorbente durante unos segundos para retirar la humedad superficial y fueron pesados en una balanza analítica, registrándose la masa húmeda total (Postel et al., 2000).

La segunda fracción se utilizó para el análisis de la composición y abundancia zooplanctónica. Para ello, las muestras fueron concentradas hasta un volumen final de 400 ml, del cual se extrajeron tres alícuotas de 10 ml mediante una pipeta Stempel. Cada alícuota se colocó en una cámara de Bogorov (9 ml; 80 $\times$ 50 mm), donde los organismos fueron cuantificados e identificados bajo una lupa o microscopio estereoscópico, tomándose en consideración los caracteres y rasgos diagnósticos, de ser necesario, se realizaron las disecciones de las estructuras con valor taxonómico. Para la identificación se empleó la bibliografía especializada para los diferentes grupos componentes del zooplancton: Tregouboff y Rose (1957), Smith (1977), Campos y Suárez (1994) y Boltovskoy (1999), además del material bibliográfico

referencial especializado para alguna especie en particular. La validez de los nombres científicos se verificó con la base de datos WoRMS (2025).

Los índices ecológicos de riqueza específica de Margalef (d), diversidad de Shannon-Wiener (H'), diversidad de Simpson y equitatividad de Pielou (J') se calcularon a partir de la abundancia de las especies utilizando el paquete estadístico Divers, siguiendo los procedimientos descritos por Krebs (1999). El índice de diversidad de Shannon-Wiener se expresó en $\text{bits} \cdot \text{ind}^{-1}$, de acuerdo con la base logarítmica empleada por dicho procedimiento.

RESULTADOS

El volumen sedimentado varió entre $0,22 - 0,45 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-3}$, con una media de $0,31 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-3}$. La estación uno y cuatro exhibieron los menores valores ($0,22 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-3}$), mientras que la estación tres fue la que reveló el mayor valor ($0,45 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-3}$; Figura 2). La masa húmeda osciló entre $0,06 - 0,20 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$, con una media de $0,12 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$; el valor más bajo ($0,06 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$) se registró en la estación cinco, y el más alto ($0,20 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$) se reconoció en la estación tres (Figura 2).

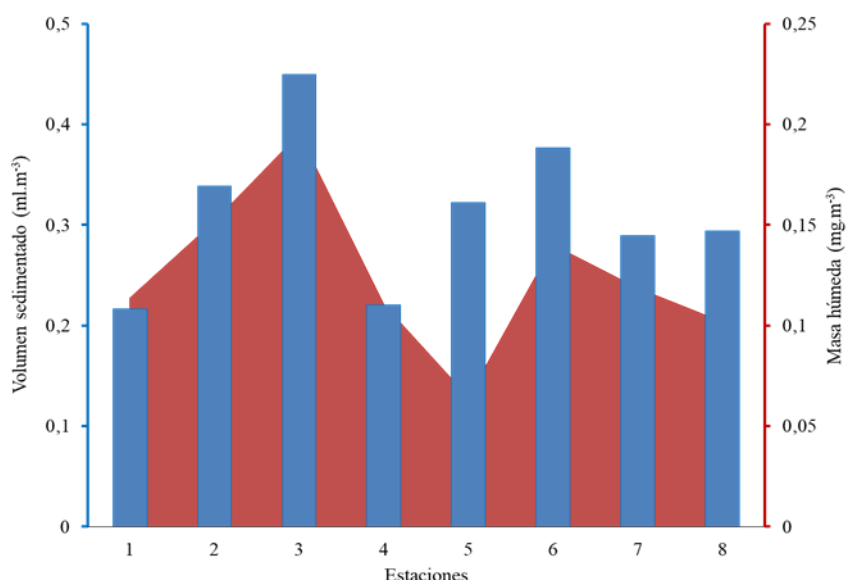


Figura 2.- Variación espacial del volumen sedimentado ($\text{ml} \cdot \text{m}^{-3}$) y la masa húmeda ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$) medida en la ensenada de Macuro, golfo de Paria, Venezuela, durante la expedición Macuro 2014.

La densidad zooplanctónica presentó variaciones entre $415 - 835 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$ (Figura 3). Los valores más bajos se identificaron en la estación dos ($415 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$) y cuatro ($440 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$), mientras que las más altas se registraron en la estación uno ($827 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$), seis ($768 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$) y ocho ($835 \text{ ind} \cdot \text{m}^{-3}$).

Durante el muestreo se registraron siete filos, 13 clases, 12 órdenes, 22 familias y 36 especies. El filo Arthropoda fue el mejor representado, con cuatro clases, cinco órdenes, 14 familias y 26 especies identificadas. También se identificaron larvas y juveniles de moluscos (bivalvos y

gasterópodos), así como crustáceos en estadios de nauplio, zoea y megalopa, larvas de ascidias (larva tadpole) y huevos y larvas de peces (Tabla 2).

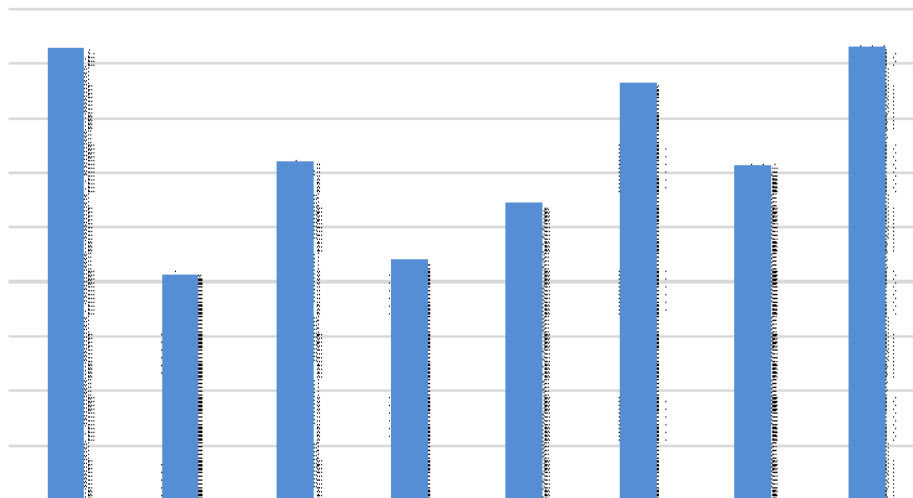


Figura 3. Variación espacial de la densidad zooplanctónica (ind.m⁻³) medida en la ensenada de Macuro, golfo de Paria, Venezuela, durante la expedición Macuro 2014.

Dentro de los Arthropoda, el branchiópodo *Pseudevadne tergestina* fue una de las especies más abundantes y estuvo presente en todas las estaciones de muestreo. Entre los Copepoda se identificaron representantes de tres órdenes principales: Calanoida, Cyclopoida y Harpacticoida. Los Calanoida constituyeron el grupo dominante y de mayor frecuencia de ocurrencia en todas las estaciones, destacándose *Temora turbinata*, *Acartia tonsa*, *Centropages velificatus* y *Clausocalanus arcuicornis*. En segundo lugar, en abundancia se ubicaron los Cyclopoida, representados principalmente por *Corycaeus speciosus*, *Oncaea mediterranea* y *Oithona nana*. Por su parte, el harpacticóide *Euterpina acutifrons* registró bajas densidades y fue observado únicamente en las estaciones más cercanas a la costa.

El filo Arthropoda dominó la comunidad zooplanctónica en todas las estaciones, representando entre el 60 y más del 80 % de los individuos registrados, con una mayor contribución en las estaciones más cercanas a la costa (Tabla 3). En contraste, los cordados (filo Chordata), representados principalmente por la clase Appendicularia, fueron proporcionalmente más abundantes en las estaciones de mayor apertura y alejadas de la línea de costa, donde alcanzaron entre el 20 y el 30 % de la comunidad. Los huevos y larvas de peces (Teleostei) también mostraron una mayor representación en estas estaciones. Por su parte, los Chaetognatha estuvieron presentes en todas las estaciones de muestreo, mientras que Mollusca y Annelida registraron bajas abundancias relativas.

Tabla 2.- Zooplancton identificado en la ensenada de Macuro, golfo de Paria, Venezuela, durante la expedición Macuro 2014.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie
Bryozoa	Stenolaemata	Cyclostomatida	Tubuliporidae	<i>Tubulipora</i> sp.
Cnidaria	Hydrozoa	Limnomedusae	Geryoniidae	<i>Liriope tetraphylla</i>
		Leptothecata	Campanulariidae	<i>Clytia</i> sp.
	Branchiopoda	Onychopoda	Podonidae	<i>Pseudevadne tergestina</i>
	Thecostraca			Nauplios y larvas Cypris de balanidos,
	Malacostraca	Decapoda	Luciferidae	<i>Belzebub faxoni</i>
				Larvas de crustáceos (Nauplios, Zoea de
				cangrejos Brachyura, Megalopas de Brachyura, Zoea Porcellanidos)
			Acartiidae	<i>Acartia (Odontacartia) lilljeborgii</i> <i>Acartia (Acanthacartia) tonsa</i>
			Aetideidae	<i>Euchirella rostrata</i>
			Centropagidae	<i>Centropages velificatus</i>
			Clausocalanidae	<i>Clausocalanus arcuicornis arcuicornis</i> <i>Clausocalanus furcatus</i>
			Temoridae	<i>Temora turbinata</i>
		Calanoida	Eucalanidae	<i>Subeucalanus subtenuis</i> <i>Subeucalanus subcrassus</i>
			Paracalanidae	<i>Paracalanus quasimodo</i> <i>Paracalanus aculeatus aculeatus</i>
	Copepoda	Cyclopoida	Pontellidae	<i>Labidocera scotti</i>
			Oithonidae	<i>Oithona nana</i> <i>Oithona similis</i>
				<i>Oithona plumifera</i>
			Oncaeidae	<i>Oncaea media</i> <i>Oncaea mediterranea</i>

				<i>Corycaeus speciosus</i>
				<i>Corycaeus clausi</i>
			Corycaeidae	<i>Onychocorycaeus latus</i>
				<i>Onychocorycaeus catus</i>
				<i>Farranula gracilis</i>
				<i>Farranula carinata</i>
		Harpacticoida	Tachidiidae	<i>Euterpina acutifrons</i>
Mollusca	Bivalvia			Larvas de bivalvos
	Gastropoda			Juveniles gasterópodos
		Pteropoda	Creseidae	<i>Creseis</i> sp.
Chaetognatha	Sagittoidea	Aphragmophora	Sagittidae	<i>Flaccisagitta enflata</i>
				<i>Parasagitta tenuis</i>
Annelida	Polychaeta	Eunicida	Oeonidae	<i>Oenone</i> sp.
				Larvas de poliquetos
Chordata	Appendicularia	Copelata	Oikopleuridae	<i>Oikopleura (Coecaria) longicauda</i>
				<i>Oikopleura (Vexillaria) dioica</i>
			Fritillariidae	<i>Fritillaria haplostoma</i>
	Ascidiacea			larva Tadpole
	Teleostei			Huevos y larvas de peces

Los Cnidaria presentaron una distribución más restringida, con su mayor contribución en la estación tres, mientras que los Bryozoa solo fueron registrados en la estación uno y cinco (Tabla 3).

Tabla 3.- Abundancias relativas de los filos por estaciones colectados en la ensenada de Macuro, golfo de Paria, Venezuela, durante la expedición Macuro 2014.

Phylum	Est. 1	Est. 2	Est. 3	Est. 4	Est. 5	Est. 6	Est. 7	Est. 8
Bryozoa (%)	1,0				1,0			
Cnidaria (%)	1,0	1,0	2,5		1,0			
Arthropoda (%)	93,2	75,6	74,0	61,8	72,6	82,9	86,1	69,8
Mollusca (%)	2,0	1,7	1,5	2,0	1,0	1,0		
Chaetognatha (%)	1,8	3,1	3,0	3,9	2,4	1,5	1,9	1,0
Annelida (%)		1,0	2,0	1,0	1,0			1,0
Chordata (%)	1,0	17,7	17,0	31,3	21,0	14,6	12,0	28,2

El índice de diversidad de Shannon-Wiener osciló entre 2,20 y 2,71 bits·ind⁻¹, registrándose los valores más bajos en la estación cuatro y seis, y el más alto en la estación cinco (Tabla 4). Por su parte, el índice de Simpson presentó valores entre 0,72 y 0,83, lo que indica una diversidad moderadamente alta y una baja dominancia de especies en las estaciones evaluadas. La equitatividad de Pielou varió entre 0,65 y 0,80, evidenciando una distribución relativamente uniforme de las abundancias entre los taxones. Los valores más bajos se registraron en la estación uno y ocho, lo que sugiere una mayor dominancia de los Arthropoda principalmente Branchiopoda y Copepoda, mientras que el valor más alto correspondió a la estación cuatro, donde las abundancias estuvieron más homogéneamente distribuidas entre los Arthropoda y Chordata (Tabla 4).

Tabla 4.- Índices comunitarios del zooplancton de la ensenada de Macuro, golfo de Paria, Venezuela, durante la expedición de Macuro 2014.

Taxones	Est. 1	Est. 2	Est. 3	Est. 4	Est. 5	Est. 6	Est. 7	Est. 8
Taxones_d	12	11	11	9	15	9	8	10
Abundancia	827	415	618	449	551	768	617	835
Shannon_H (bist.ind ⁻¹)	2,48	2,56	2,40	2,20	2,71	2,20	2,08	2,30
Simpson_1-D	0,72	0,78	0,77	0,77	0,83	0,78	0,72	0,74
Equitabilidad_J	0,65	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,65

DISCUSIÓN

Los valores de biomasa y densidad registrados en la ensenada de Macuro fueron considerablemente inferiores a los reportados por Cova (2018) para otros sectores del golfo de Paria durante la misma época lluviosa (octubre 2015). Mientras dicha autora registró volúmenes sedimentados entre 1,24 y 8,32 ml·m⁻³ y densidades de 1.100 a 100.000 ind·m⁻³, en el presente estudio estos parámetros oscilaron entre 0,22 y 0,45 ml·m⁻³ y entre 415 y 835 ind·m⁻³, respectivamente. Dado que ambos estudios fueron realizados bajo condiciones estacionales similares, estas diferencias sugieren una marcada variabilidad espacial dentro del golfo de Paria. En este sentido, las características propias de la ensenada de Macuro, un sistema somero y semicerrado, podrían influir en la estructura y magnitud de la biomasa zooplanctónica mediante diferencias en la dinámica hidrológica, la disponibilidad de nutrientes y la influencia del aporte fluvial del Orinoco.

En cuanto a la composición taxonómica, la comparación con Márquez-Rojas (2005), realizada durante la época seca (marzo 2005) en el norte de la península de Paria y el golfo de Paria, debe interpretarse con cautela debido a las diferencias estacionales entre ambos estudios. No obstante, en ambos casos se observó el predominio del filo Arthropoda y la presencia de especies de copépodos ampliamente distribuidas en el Caribe y el Atlántico suroccidental, como *Temora turbinata*, *Acartia tonsa*, *Oithona nana* y *Centropages velificatus*. Esta coincidencia sugiere la existencia de un componente faunístico relativamente estable en la región. Por otra parte, las diferencias observadas en la riqueza taxonómica superiores en los estudios de Márquez-Rojas (2005) y Cova (2018), probablemente estén asociadas al contraste estacional como a las diferencias en el esfuerzo de muestreo, el tamaño de malla empleado y la extensión geográfica cubierta en cada estudio. En conjunto, estos resultados ponen de manifiesto la elevada heterogeneidad espacial del zooplancton en el golfo de Paria y resaltan la necesidad de desarrollar estudios de mayor alcance temporal que permitan discriminar con mayor precisión los efectos de la estacionalidad y de las características locales sobre la estructura de estas comunidades.

La variabilidad observada entre los distintos estudios es consistente con la compleja dinámica de los ecosistemas estuarinos sometidos a una fuerte influencia continental. En el golfo de Paria, variables como la salinidad, la temperatura y la turbidez, estrechamente relacionadas con la descarga del río Orinoco, desempeñan un papel determinante en la distribución y sucesión de las comunidades zooplanctónicas (Lavaniegos, 2007; Steinberg & Landry, 2017). En consecuencia, las diferencias registradas entre localidades pueden responder tanto a las condiciones ambientales particulares de cada sector como a factores metodológicos previamente señalados, entre ellos la ubicación de las estaciones, el horario de colecta y las características de las redes utilizadas. Por otra parte, la presencia de organismos gelatinosos, especialmente apendiculados y medusas, sugiere la ocurrencia de pulsos de productividad secundaria asociados a condiciones ambientales transicionales, un patrón que también ha sido documentado por Gamero-Mora et al. (2015) y Cova (2018).

Asimismo, la dinámica observada en los índices ecológicos indica una comunidad relativamente diversa y homogénea, lo que, aunque inusual en zonas estuarinas (Ruiz-Pineda et al., 2016), puede interpretarse como un indicio de resiliencia ecológica frente a las fluctuaciones fisicoquímicas. Este patrón sugiere que el zooplancton del sector oriental del

golfo mantiene una estructura comunitaria relativamente estable, con especies de amplia tolerancia ecológica capaces de adaptarse a condiciones de baja salinidad y alta turbidez. En este sentido, estudios en sistemas tropicales estuarinos han señalado que esta estabilidad puede estar asociada a la capacidad de las comunidades planctónicas de responder a condiciones ambientales altamente variables mediante la dominancia de especies eurihalinas y euri térmicas (Schwamborn et al., 2002).

Cabe señalar que las estaciones de muestreo se ubicaron próximas al poblado de Macuro, una condición que podría influir en las características ambientales locales debido a la presencia de aportes continentales y actividades humanas propias de la zona costera. En sistemas estuarinos y ambientes de transición, estos factores pueden contribuir a la conformación de comunidades zooplanctónicas con una mayor representación de especies tolerantes a amplios rangos de variación ambiental (Mecalco-Hernández & Castillo-Rivera, 2020). Sin embargo, la evaluación de esta relación requiere estudios específicos que incorporen variables fisicoquímicas y análisis espaciales de mayor detalle.

El filo Arthropoda constituyó el grupo dominante en las muestras, con representación destacada de las clases Branchiopoda, Copepoda y larvas de crustáceos. Los copépodos identificados corresponden a especies ampliamente distribuidas en el Atlántico suroeste y el Caribe (Owre & Foyo, 1964; Calef & Grice, 1967; Campos & Suárez, 1994; Zoppi et al., 2008; Márquez-Rojas et al., 2020; Márquez-Rojas & Zoppi, 2023; Razouls et al., 2025). Entre las especies más abundantes y ubicuas se registraron *T. turbinata*, *A. tonsa*, *L. scotti*, *C. velificatus*, *C. arcuicornis*, *O. mediterranea*, *C. speciosus* y *O. nana*, presentes en más del 90% de las estaciones analizadas. Estos resultados concuerdan con estudios previos realizados en el golfo de Paria y el frente Atlántico venezolano (Calef & Grice, 1967; Márquez-Rojas, 2005; Zoppi et al., 2008; Cova, 2018).

La alta abundancia de larvas de crustáceos decápodos y de organismos meroplanctónicos en estaciones próximas a la costa subraya la interconexión ecológica entre los ecosistemas de manglar y la zona pelágica costera, coincidiendo con observaciones en sistemas tropicales similares (Schwamborn et al., 2002). Esta conexión indica que los aportes de materia orgánica y nutrientes derivados de ambientes litorales son determinantes para mantener la productividad y diversidad zooplanctónica del golfo.

Por otra parte, la abundancia de *Oikopleura longicauda* y *O. dioica* (Chordata: Appendicularia), especies cosmopolitas y típicamente neríticas, apoya la idea de que el golfo de Paria actúa como un sistema de transición entre ambientes oceánicos y estuarinos, donde confluyen organismos de distintos orígenes biogeográficos (Márquez-Rojas, 2005; Flores-Coto et al., 2010; Carvalho & Bonecker, 2016). De igual forma, la baja representación de Chaetognatha sugiere condiciones de elevada turbidez y aporte continental, factores que limitan la presencia de organismos estrictamente pelágicos (Álvarez-Cadena et al., 2008).

Las diferencias observadas entre estaciones, particularmente en la estación cinco, donde se registraron valores elevados de diversidad y equitatividad a pesar de su baja abundancia, podrían estar asociadas a una distribución más homogénea de los taxones dentro de la comunidad. Esta estación se localiza en el extremo sur de la ensenada, en un sector relativamente alejado del centro poblado de Macuro e influenciado por diversos hábitats

costeros, incluyendo áreas de manglar presentes en sus proximidades, lo que podría favorecer una mayor heterogeneidad biológica y una distribución más equilibrada de los organismos (Schwamborn et al., 2002). En contraste, la estación uno y ocho presentaron las mayores abundancias, pero valores relativamente menores de diversidad y equitatividad, debido a la marcada dominancia de Arthropoda en la estación uno y de Arthropoda y Chordata en la estación ocho. Este patrón podría estar relacionado con las características de estos sectores, más someros y próximos a áreas de manglar, condiciones que suelen favorecer el desarrollo y concentración de determinados grupos zooplanctónicos, incrementando su abundancia relativa dentro de la comunidad y reduciendo la equidad en la distribución de los taxones.

Es importante señalar que el número limitado de estaciones y la ausencia de un seguimiento temporal restringen el alcance de las inferencias sobre la dinámica espacial y temporal de la comunidad zooplanctónica. En este sentido, futuras investigaciones deberían incorporar diseños de muestreo con mayor cobertura temporal, así como variables fisicoquímicas complementarias, tales como nutrientes, oxígeno disuelto y clorofila *a*, con el fin de evaluar con mayor precisión la influencia de los factores ambientales sobre la composición, biomasa y estructura de la comunidad.

A pesar de estas limitaciones, este estudio aporta la primera caracterización de la composición y estructura del zooplancton en la ensenada de Macuro, ampliando el conocimiento disponible sobre las comunidades planctónicas del golfo de Paria. La información generada contribuye a una mejor comprensión de la heterogeneidad ecológica de este sistema costero y proporciona antecedentes de utilidad para futuras investigaciones orientadas a evaluar la dinámica espacial y temporal del zooplancton en sectores sometidos a la influencia conjunta de procesos estuarinos, costeros y oceánicos.

CONCLUSIONES

El zooplancton de la ensenada de Macuro presentó valores de biomasa y densidad relativamente bajos en comparación con los reportados para otros sectores del golfo de Paria. Estas diferencias pueden estar asociadas a la variabilidad espacial característica de esta ensenada, un sistema costero somero y semicerrado, así como a diferencias en el esfuerzo de muestreo y las condiciones ambientales al momento de la colecta.

La comunidad zooplanctónica estuvo dominada por el filo Arthropoda, que representó más del 70 % de los organismos colectados y registró la mayor riqueza específica, con 26 especies identificadas. Su contribución fue más elevada en las estaciones costeras, mientras que las estaciones de mayor apertura presentaron una participación relativamente mayor de Chordata, particularmente de Appendicularia y larvas de peces. En conjunto, se registraron siete filos y 36 especies, con valores de diversidad y equitatividad que reflejan una comunidad moderadamente diversa y con una distribución relativamente homogénea de las abundancias entre los taxones.

Este estudio constituye la primera caracterización sistemática de la comunidad zooplanctónica de la ensenada de Macuro y proporciona una línea base para futuros programas de monitoreo ambiental en el sector oriental del golfo de Paria. No obstante, debido al carácter puntual del muestreo, los resultados representan únicamente las condiciones observadas durante el

período de estudio. Por ello, se recomienda desarrollar investigaciones de mayor alcance temporal e incorporar variables fisicoquímicas complementarias, tales como nutrientes, oxígeno disuelto y clorofila *a*, con el fin de profundizar en la comprensión de los factores que estructuran la comunidad zooplanctónica en esta localidad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Consultora Ambiental de la Universidad de Oriente (CAMUDOCA) por el financiamiento de esta investigación, así como al técnico Carlos Figueroa, del Departamento de Biología Marina del IOV (UDO), y a la licenciada en Biología Marina Anolaima García por su colaboración en las actividades de campo y la colecta de las muestras. Asimismo, expresan su reconocimiento a los evaluadores anónimos por sus valiosas observaciones y sugerencias, las cuales contribuyeron significativamente a mejorar la calidad y claridad de la versión final del manuscrito.

REFERENCIAS

- Álvarez-Cadena, J. N., Almaral-Mendivil, A. R., Ordóñez-López, U., Uicab-Sabido, A. (2008). Composición, abundancia y distribución de las especies de quetognatos del litoral norte del Caribe de México. *Hidrobiológica*, 18(1, Supl. 1), 37-48. <https://hidrobiologica.izt.uam.mx/index.php/revHidro/article/view/876>
- Alvariño, A. (1968). Los quetognatos, sifonóforos y medusas en la región Atlántica Ecuatorial bajo la influencia del Amazonas. *An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México* 39. Ser. Cienc. del Mar y Limnol, 1(1), 41-76.
- Boltovskoy, D. (1999). *Zooplankton*. South Atlantic. Backhuys Publishers, Leiden. The Netherlands. Vol. I y II.
- Calef, G. W., Grice, G. D. (1967). Influence of the Amazon River outflow on the ecology of the western tropical Atlantic. II. Zooplankton abundance, copepod distribution with remarks on the fauna of low salinity areas. *J. Mar. Res.*, 25(1), 84 -94.
- Campos, A., Suárez, E. (1994). *Copépodos pelágicos del golfo de México y mar Caribe. I. Biología y sistemática*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). México.
- Cárdenas-Oliva, A., Díaz-Díaz, O., Márquez-Rojas, B. (2010). Caracterización taxonómica de los poliquetos holoplanctónicos (Annelida: Polychaeta) de la plataforma norte de la Península de Paria y Golfo de Paria, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.*, 49(1), 53-63.
- Carvalho, P., Bonecker S. (2016). Variação da composição e abundância das espécies da Classe Appendicularia e seu uso como potenciais bioindicadoras de regiões e massas de água superficiais na área da Bacia de Campos, Rio de Janeiro, Brasil. *Iheringia*,

Série Zoologia, 106: e2016022.
<https://www.scielo.br/j/isz/a/jQbYSyMps3RjGrLkTJfYm4c/?lang=pt>

- Colonnello, G. (2004). Las planicies deltaicas del río Orinoco y Golfo de Paria: aspectos físicos y vegetación. En: Lasso, C.A., Alonso, L.E., Flores, A.L. y Love, G. (Eds). *Evaluación rápida de la biodiversidad y aspectos sociales de los ecosistemas acuáticos del Delta del río Orinoco y Golfo de Paria, Venezuela* (pp. 103-113). Boletín RAP de Evaluación Biológica 37. Conservation International. Washington, D. C.
- Cova, S. (2018). Composición y abundancia del zooplankton de la zona norte y sur de la península de Paria, Venezuela. Trab. Grad. Lic. Biología. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Flores-Coto, C., Sanvicente-Añorve, L., Vázquez-Gutiérrez, F., Sánchez-Ramírez, M. (2010). Mesoscale distribution of *Oikopleura* and *Fritillaria* (Appendicularia) in the Southern Gulf of Mexico: spatial segregation. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 45(3), 379-388. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572010000300002>
- Gamero-Mora, E., Ceballos-Corona, G., Gasca, R., Morales-Blake, A. (2015). Análisis de la comunidad del zooplankton gelatinoso (Hydrozoa, Ctenophora, Thaliacea) en el Pacífico central mexicano, abril-mayo 2011. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 50(1), 111-124. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572015000100009>
- Jiménez-Rosenberg, S. P., Aceves-Medina, G. (2009). Indicadores biológicos en el ambiente pelágico. *CICIMAR Oceanides*, 24(2), 113-127. https://www.researchgate.net/publication/257454849_Indicadores_biologicos_en_el_ambiente_pelagico
- Krebs, C. J. (1999) *Ecological Methodology*. 2nd Edition, Benjamin Cummings, Menlo Park, 620 p.
- Lavaniegos, B. E. (2007). El papel del zooplankton en la transferencia del carbono en el océano. En: Hernández-de-la-Torre B. y Gaxiola-Castro G. (eds.). *El carbono en Ecosistemas Acuáticos de México*. (pp. 129-140). Instituto Nacional de Ecología/CICESE, México, D.F.
- Legaré, H. (1961). Estudios preliminares del zooplankton en la región de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.*, 1(1): 191-218.
- Márquez-Rojas, B. (2005). Zooplankton. Estudio de línea base ambiental Proyecto Mariscal Sucre. En: W. Senior (Ed.). *Informe caracterización biótica y abiótica preparado para la Gerencia Seguridad Industrial, Ambiente e Higiene Ocupacional, Proyecto Mariscal Sucre, PDVSA*. (pp. 67-71).
- Márquez-Rojas, B., Zoppi, E. (2023). Copépodos planctónicos del Caribe nororiental y Atlántico venezolano. *Bol. Investig. Mar. Costeras*. 52(2), 9-40. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2023.52.2.1187>.

- Márquez-Rojas, B., Scott-Frías, J. (2024). Zooplankton: la diminuta e importante fauna desconocida. *Cenipa Ciencia* 4: 11-23.
- Márquez-Rojas, B., Díaz, O., Balza, M. A. (2013). Holoplanktonic polychaetes (Annelida: Polychaeta) from Venezuela. *Pan-Am. J. Aquat. Sci.*, 8(3), 160-165.
- Márquez-Rojas, B., Tróccoli, L., Roa, E. Zoppi de. (2020). Variación estacional de la comunidad de copépodos en el sector oriental del golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. *Bol. Investig. Mar. Costeras*, 49(1), 113-134. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2020.49.1.777>
- Mecalco-Hernández, A., Castillo-Rivera, M. (2020). Riqueza zooplanctónica en la boca de la Laguna La Mancha, durante muestreos mensuales y nictímeros. *Hidrobiológica*, 30(2), 143-153. <https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2020v30n2/castillo>
- Owre, H. B., Foyo, M. (1964). Report on a collection of Copepoda from the Caribbean. *Sea. Bull. Mar. Sci. Gulf. Carib.*, 14 (2), 359 -372.
- Postel, L., H. Fock y W. Hagen. (2000). Biomass and abundance. En: ICES Zooplankton Methodology Manual (R. P. Harris, P.H. Wiebe, J. Lenz, H. R. Skjoldal y M. Huntley, Eds.). San Diego, California. pp. 83-174.
- Razouls C., Desreumaux, N., Kouwenberg, J., de Bovée, F. (2025). - Biodiversity of Marine Planktonic Copepods (morphology, geographical distribution and biological data). Sorbonne University, CNRS. Available at <http://copepodes.obs-banyuls.fr/en> [Accessed June 19, 2025]
- Rincón, F., Astor, Y., Muller-Karger, F., Varela, R., y Odriozola, A. (2008). Características oceanográficas del flujo en Boca de Dragón, Venezuela. *Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat.*, 68(168), 7–24.
- Ruíz-Pineda, C., Suárez-Morales, E., Gasca, R. (2016). Copépodos planctónicos de la bahía de Chetumal, Caribe mexicano: variaciones estacionales durante un ciclo anual. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 51(2), 301-316.
- Schwamborn, R., Ekau, W., Voss, M., Saint-Paul, U. (2002). How important are mangroves as a carbon source for decapod crustacean larvae in a tropical estuary?. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 229, 195-205.
- Smith, D. L. (1977). *A guide to marine coastal plankton and marine invertebrate larvae*. First Edition. Kendall/Hunt. Publ. Comp. EEUU.
- Snedden, G. A., Cable, J. E., Kjerfve, B. (2013). Estuarine geomorphology and coastal hidrology. In J. W. Day, B. C. Crump, W. M. Kemp, A. Yáñez-Arancibia (Eds.), *Estuarine ecology* (pp. 19-38). Nueva York: Wiley-Sons.
- Solé, M., Barrios, J. (2009). Catálogo de las macroalgas marinas del golfo de Paria y delta del Orinoco, Venezuela *Mem. Soc. Cs. Nat. La Salle*, 171, 75-88.

- Steinberg, D. K., Landry, M. R. (2017). Zooplankton and the ocean carbon cycle. *Ann. Rev. Mar. Sci.*, 9, 413-444. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010814-015924>.
- Tregouboff, G., M. Rose. (1957). *Manuel de planctonologie Méditerranéenne*. I y II. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique. Paris.
- Urosa, L., Rao, T. S. (1974). Distribución de quetognatos y biomasa del zooplancton en la parte occidental del Atlántico tropical, durante julio y agosto de 1968. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 13(1 & 2), 53–66.
- Vásquez-Yeomans, L., Castellanos, I., Suárez-Morales, E., Gasca, R. (2012). Variación espacio-temporal de la biomasa de zooplancton en un sistema estuarino del Caribe Occidental durante dos ciclos anuales. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 47(2), 213-225. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572012000200005>
- WoRMS. (2025). World Register of Marine Species. World-wide electronic publication. <http://www.marinespecies.org> (Consultada en abril de 2025).
- Yáñez-Arancibia, A. (Ed.). (2010). Impactos del Cambio Climático sobre la Zona Costera. Instituto de Ecología A. C. (INECOL), Texas Sea Grant Program, Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). México.
- Yebra, L., Harris, R. P., Head, E. J., Yashayaev, I., Harris, L. R., Hirst, A. G. (2009). Mesoscale physical variability affects zooplankton production in the Labrador Sea. *Deep-Sea Res. I.*, 56: 703-715.
- Zoppi, E. (1961). Medusas de la región este de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 1(1): 173-190.
- Zoppi, E., Díaz-Díaz, Y., Marín, B., Márquez, B. (2008). Variación espacial y temporal del zooplancton en la plataforma deltana venezolana. *Rev. Cub. Invest. Pesq.*, 25(1): 64-74.

BIODATA

Brightdoom Márquez-Rojas

Bióloga con postgrado en Ciencias Marinas, mención Biología Marina (Instituto Oceanográfico de Venezuela) y Doctorado en Ciencias, mención Ecología (Universidad Central de Venezuela). Profesora Titular de la Universidad de Oriente desde el 2000. Editora en jefe del Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela desde el 2019, Cumana, estado Sucre, Venezuela.

Últimas publicaciones:

- Márquez-Rojas, Brightdoom, Huber Colina & Luis Troccoli. 2024. Cambios temporales y espaciales de la familia Temoridae (Copepoda, Calanoida) en el nororiente de Venezuela (Mar Caribe Suroriental). Acta Oceanográfica del Pacífico, 6(2): 18-37. <https://doi.org/10.54140/raop.v6i2.79>
- Márquez de García, Brightdoom & Zoppi de Roa E. 2023. Copépodos planctónicos del Caribe nororiental y Atlántico venezolano. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, 52(2):9-40. Disponible en: <http://boletin.invemar.org.co/ojs/index.php/boletin/article/view/1187>
- Brightdoom Márquez-Rojas, Luis Tróccoli y Evelyn Zoppi de Roa. 2020. Variación estacional de la comunidad de copépodos en el sector oriental del golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, 49 (1): 113-134. Disponible en: <http://boletin.invemar.org.co/ojs/index.php/boletin/article/view/932>

Jorge Enrique Barrios Montilla

Magister Scientiarum en Ciencias Marinas. Investigador-Docente del Instituto Oceanográfico de Venezuela. Universidad de Oriente. Cumaná, estado Sucre, Venezuela.

Últimas publicaciones:

- Barrios-Montilla, J. & O. Díaz-Díaz. 2025. Poliquetos bénticos asociados a macroalgas y fondos blandos en Macuro, golfo de Paria, estado Sucre, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. 64(1): 64-77.
- Barrios-Montilla, J. & A. Márquez. 2025. Visión ambiental de un oceanógrafo químico: semblanza de William Senior (1956-2023). Bol. Inst. Oceanogr. Venez., 64(02): 01-12.
- Barrios-Montilla, J., M. E. Amaro, A. Fariña-Pestano & E. Martínez. 2026. Primer registro de Neopetrosia carbonaria Lamarck, 1814 (Porifera, Demospongiae), para Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. 65(1): 77-87.