

COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL ZOOPLANKTON MARINO Y COSTERO DEL ESTADO MIRANDA, VENEZUELA

CRESPO MARÍA ANGÉLICA¹, PEREIRA CARLOS^{2,3}, ZOPPI DE ROA EVELYN, SCOTT-FRÍAS JOXMER^{3,4}, MONTIEL EDIE³, HERNÁNDEZ VANESSA²

¹*Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente. Isla de Margarita, Venezuela*
E-mail: macresporuiz@gmail.com.

²*Postgrado de Ecología, Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.*

³*Laboratorio de Ecología de Sistemas Acuáticos, Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.*

⁴*Postgrado de Zoología, Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.*

RESUMEN: El zooplancton ocupa una posición clave en las tramas tróficas pelágicas como nexo entre los productores primarios y los niveles tróficos más altos. Esta comunidad ha sido escasamente estudiada en la zona central de Venezuela, por lo que se planteó analizar las variaciones espaciales y temporales de la composición y densidad del zooplancton, así como su relación con las condiciones ambientales de la zona costera ubicada entre Chirimena y Puerto Francés, estado Miranda. Los muestreos fueron realizados mensualmente desde junio de 2014 hasta marzo de 2015, mediante arrastres horizontales en la superficie. Para el análisis de los resultados, se hicieron pruebas de hipótesis y se aplicaron análisis multivariados. La zona evaluada presentó condiciones ambientales en las que dominan dos épocas: lluvia y sequía, que por sí solas no explican la variación temporal de las variables biológicas estimadas. El zooplancton estuvo representado por 117 especies de 12 phyla, típica de ambientes costeros del mar Caribe. Los organismos más representativos en términos de riqueza fueron los copépodos, cnidarios y decápodos. La densidad presentó sus máximos entre junio y septiembre con una media de 98 ± 25 ind/m³ y sus mínimos entre febrero y marzo con una media de 23 ± 13 ind/m³, las cuales son densidades características de aguas oligotróficas.

Palabras claves: Distribución, abundancia, ecología marina, Venezuela, zooplancton.

ABSTRACT: Zooplankton is a community that occupies a key position in pelagic food webs as a link between primary producers and the highest trophic levels. It has been scarcely studied in the central area of Venezuela. In this survey, we analyze spatial and temporal variations of composition and density of zooplankton, and its relationship with the environmental conditions of the coastal zone between Chirimena and Puerto Francés, Miranda state, Venezuela. Sampling was carried out monthly from June 2014 to March 2015, by performing horizontal trawls with a standard zooplankton net. To analyze the results, hypothesis tests and multivariate analyses were applied. The surveyed area showed two seasons: rainy and drought, which by themselves do not explain the temporal variation of the estimated variables. This zooplankton community had a richness of 121 species with representatives of 12 phyla, a typical feature of the coastal zooplankton community in the Caribbean Sea. The most representative organisms in terms of richness were copepods, cnidarians, and decapods. Zooplankton abundance had maximum values between June and September with an average of 98 ± 25 ind/m³ and the lowest between February and March with an average of 23 ± 13 ind/m³, which are characteristic densities of oligotrophic waters.

Keywords: distribution, abundance, marine ecology, Venezuela, zooplankton.

INTRODUCCIÓN

En los ecosistemas pelágicos marinos, el zooplancton cumple un papel importante en la transferencia de energía desde los organismos productores a niveles tróficos más altos, incluyendo peces, aves y mamíferos (SHROPSHIRE *et al.* 2019). Esta comunidad contiene una amplia variedad

de organismos, incluyendo estadios larvales, juveniles y adultos, de la mayoría de los taxa de la escala zoológica. Además, presenta una amplia distribución en los océanos del mundo, incluyendo las zonas superficiales y las profundidades abisales. Los crustáceos son el componente predominante, seguidos de medusas, algunos poliquetos, quetognatos, pequeños moluscos y

fases larvarias de animales bentónicos (SUTHERS *et al.* 2019). La mayoría de los organismos zooplanctónicos tienen ciclos de vida cortos y muestran una respuesta rápida a los cambios de las condiciones ambientales, por lo que muchas especies de esta comunidad han sido consideradas como indicadores naturales de masas de agua y condiciones oceanográficas, incluyendo la contaminación (PANTALEÓN-LÓPEZ *et al.* 2005; CHIBA *et al.* 2018).

En el zooplancton coexiste una gran variedad de organismos con papeles ecológicos distintos; incluyendo crustáceos herbívoros con una tasa alta de alimentación que regula la abundancia del fitoplancton, mientras que otros son carnívoros u omnívoros pero con tasas de alimentación relativamente bajas y con una especificidad mayor en la selección de su alimento (SHROPSHIRE *et al.* 2019). Es por esto que comprender los cambios en la estructura de la comunidad zooplanctónica en función de la variabilidad ambiental a diferentes escalas de tiempo y espacio, es un elemento clave en la comprensión del funcionamiento de la productividad biológica del ecosistema pelágico (LITCHMAN *et al.* 2013).

En Venezuela, se han realizado diversos estudios sobre la composición y abundancia del zooplancton, especialmente en la región oriental (LEGARÉ 1961, 1964; ZOPPI DE ROA 1961, 1971, 1977, 2003; GONZÁLEZ 2003; MARÍN *et al.* 2004; MARTÍN *et al.* 2007; MÁRQUEZ *et al.* 2006, 2007, 2008, 2009, 2011; MÁRQUEZ 2015; MÁRQUEZ & ZOPPI DE ROA 2017). En el occidente del país, específicamente en el Parque Nacional Morrocoy, destaca el estudio realizado por ESTÉVEZ (1999). En la zona insular, se señalan los trabajos realizados por AÑEZ (1983) en las islas de Margarita y Cubagua y CASANOVA *et al.* (2007) en el archipiélago Los Roques. Sin embargo, en la zona central se han realizado pocos estudios, resaltando el de UROSA (1983) en la cuenca Tuy-Cariaco. En este trabajo se determinan y analizan las variaciones espaciales y temporales de la composición general y abundancia del zooplancton y su relación con las variables ambientales en la zona costera entre las localidades Chirimena y Puerto Francés, estado Miranda, región central de Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio es heterogénea, con costas profundas y someras y la influencia de quebradas,

lagunas y ríos, tales como el Tuy (HERRERA & BONE 2011). Se presenta la surgencia costera durante los primeros meses del año (CASTELLANOS *et al.* 2002). La zona tiene un clima tropical con verano seco (As), con una precipitación anual de 1327 mm, siendo marzo el mes con menor precipitación, con 28 mm y una temperatura media de 29,1 °C (SCHWARZ 2014). Los vientos alisios son predominantes (dirección NE-SO), lo cual influye sobre las corrientes marinas, las cuales tienen una velocidad máxima de 5 m/s (VIALE-RIGO *et al.* 1999).

En el área de estudio se ha reportado la ocurrencia de intoxicaciones masivas por floraciones de algas nocivas (PEREIRA *et al.* 2020) y fue dividida en tres zonas considerando el sustrato, mismo que presenta un fondo rocoso con parches arenosos separados entre sí por áreas arenosas más extensas. La primera zona fue Chirimena (10°36'42" N 66°10'37,15" O y 10°36'1,3" N 66°8'8,3" O), la segunda Caracolito, que limita con la primera zona y se extiende hasta 10°35'30,7" N y 66°6'6,7" O y Puerto Francés, que limita con Caracolito y finaliza en 10°34'52" N 66°3'40,8" O (Fig. 1).

Toma de las muestras

Los muestreos se realizaron mensualmente desde junio 2014 hasta marzo 2015 en doce estaciones seleccionadas aleatoriamente en cada mes dentro de las tres zonas de muestreo. La aleatorización de las estaciones de muestreo se realizó basada en dos criterios. El primero fue la elaboración de una rejilla con cinco filas y cinco columnas en cada zona con un total de 25 celdas. Cada celda contó con una dimensión de 50 metros de largo en dirección hacia el mar y 870 metros a lo largo de la costa. El segundo criterio consistió en establecer tres bloques horarios (mañana: 8:00 - 11:00, mediodía: 11:00 - 14:00 y tarde: 14:00 -18:00). En cada zona de muestreo, se seleccionaron 4 muestras al azar y para toda el área de estudio, se incluyeron cuatro muestras en cada bloque horario.

Para la obtención de las muestras de zooplancton, se realizaron arrastres horizontales a una profundidad máxima de 1 m, con una red cónica con apertura de malla de 162 µm. Cada arrastre tuvo una duración de 10 minutos y se realizó en una embarcación tipo peñero con motor fuera de borda, a una velocidad media de 5 km/h, estimándose un volumen de agua filtrada de 59 m³. Las muestras fueron fijadas *in situ* con una solución de formalina neutralizada al 5 % v/v. Adicionalmente, se estimaron las variables: temperatura, salinidad, pH,

oxígeno disuelto y los nutrientes: fosfatos, nitritos y nitratos en la capa superficial de la columna de agua, mediante sondas multiparamétricas y espectrofotómetro UV-visible (STRICKLAND & PARSONS 1972).

Análisis de las muestras en laboratorio

La identificación y conteo de los organismos se realizó en una cámara Bogorov usando lupa estereoscópica, microscopio óptico y los trabajos de DAVIS (1955), CERVIGÓN (1962), LEGARÉ (1964), OWRE & FOYO (1967), TRÉGOUBOFF & ROSE (1967 a, b), ZOPPI DE ROA (1971), DE BOYD (1977), WICKSTEAD (1979), SUÁREZ-MORALES (1990), TODD & LAVERACK (1991), CAMPOS-HERNÁNDEZ & SUÁREZ-MORALES (1994), SUÁREZ-MORALES & GASCA (1997), DÍAZ *et al.* (2009), CONWAY (2012 a, b), JOHNSON & ALLEN (2012), entre otros. Cada grupo se identificó al nivel taxonómico más bajo posible. La validez de los nombres científicos fue verificada en marinespecies.org (WoRMS 2020). En la TABLA 1, se presenta la lista de las especies o taxa identificados. Se estimó la biomasa por el método gravimétrico descrito por POSTEL *et al.* (2000).

Análisis estadístico

Se presentan los datos del número de especies, abundancia (ind/m³) y diversidad biológica (Shannon-Wiener) de la comunidad zooplanctónica por mes y zona de muestreo, mediante el uso de técnicas de estadística descriptiva. Se realizaron pruebas de hipótesis a partir de un modelo bifactorial (mes y zona) sin interacciones, mediante un análisis de similitud (ANOSIM) para determinar diferencias espaciales y temporales de la comunidad a partir de los datos de densidad transformados a escala logarítmica. En los casos donde se hallaron diferencias significativas con un error de tipo I (α) = 0,05, se aplicaron las pruebas *a posteriori* de diferencias menos significativas (DMS).

Se aplicó la prueba SIMPER para conocer el porcentaje de similitud entre grupos de muestras y se aplicaron análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no métricos (NMDS) para conocer la distribución de las muestras. Para evaluar las relaciones entre las variables biológicas y abióticas, se emplearon los análisis multivariados BIOENV y análisis de

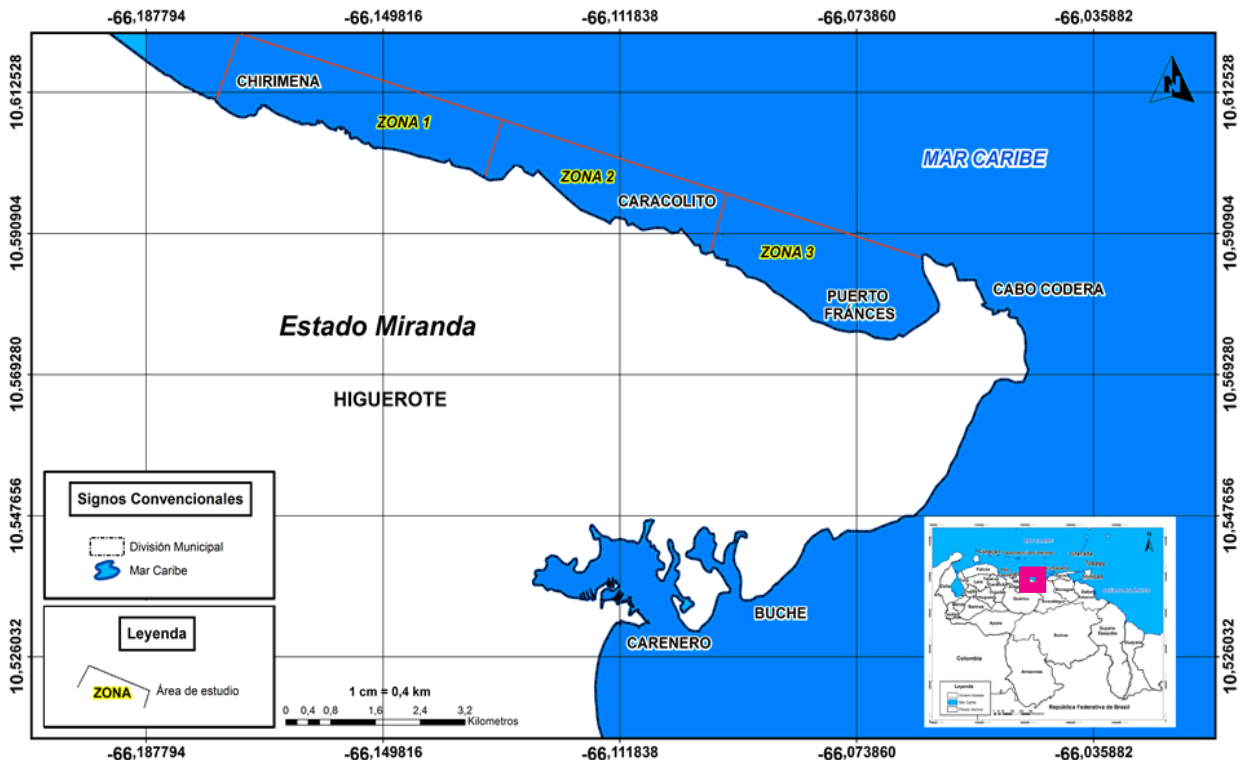


Fig. 1. Ubicación de las zonas de muestreo en el área costera entre Chirimena y Puerto Francés, Venezuela

correspondencia canónica (CLARKE *et al.* 2014). Los análisis estadísticos se realizaron en los programas PAST versión 4.03 (HAMMER *et al.* 2001).

RESULTADOS

Características ambientales de la zona de estudio

Durante el periodo de muestreo, se observó una temperatura media del agua de $26,3 \pm 1,5$ °C, con mínimo de 24,0 °C en julio y enero y máximo de 28,0 °C en septiembre y noviembre. El oxígeno disuelto presentó una media de $6,56 \pm 0,59$ mg/l, con diferencias espaciales notables entre junio y octubre. La salinidad mostró una media de $37,64 \pm 2,01$ ups durante todos los meses de muestreo. La salinidad mayor se obtuvo entre junio y agosto con valor medio de $39,3 \pm 0,6$ mientras la más baja se obtuvo en noviembre con una media de $34,2 \pm 3$. El pH mostró una media de $8,1 \pm 0,1$ con un comportamiento muy similar en las tres zonas de muestreo.

La concentración media de fosfatos fue de $0,25 \pm 0,19$ mg/l, notándose un patrón similar en las tres zonas. Los meses que presentaron concentraciones menores fueron junio, agosto, septiembre y marzo con 0,18 mg/l, mientras que julio y diciembre presentaron las concentraciones más altas con 0,42 mg/l. La concentración media de nitritos fue de $0,009 \pm 0,004$ mg/l sin diferencias entre las zonas. Temporalmente, se obtuvieron concentraciones constantes entre junio y diciembre ($0,007 \pm 0,001$ mg/l), a partir del cual se duplicó la concentración ($0,015 \pm 0,002$ mg/l) y se mantuvo constante hasta marzo. La concentración media de nitratos fue $1,08 \pm 0,49$ mg/l con máximos en agosto, noviembre y febrero con 1,55 mg/l, 1,35 mg/l y 1,7 mg/l, respectivamente. En cuanto a las precipitaciones, los valores más bajos se obtuvieron en junio, julio y a partir de enero hasta marzo con acumulados mensuales inferiores a los 60 mm y las más altas en agosto, septiembre, octubre y diciembre, alcanzándose 182 mm en septiembre. Estos datos fueron suministrados por la estación meteorológica de PDVSA en Carenero.

Composición taxonómica y densidad del zooplancton

Número de especies

El zooplancton estuvo representado por 117 especies, distribuidas en 12 phyla. Artrópoda fue el grupo taxonómico más representativo con 5 clases, 12 órdenes, 44 familias y 60 especies, de los cuales destacan: 44 copépodos que representan el 36 % de la

riqueza de especies, 4 decápodos que incluyen diferentes etapas larvales, 3 cladóceros, 3 anfípodos, 2 isópodos, 2 cirrípedos, 1 cumáceo, 1 ostrácodo y 1 misidáceo. El siguiente grupo en términos de importancia fue Cnidaria con 3 clases, 9 órdenes, 11 familias y 25 especies; seguidos de Chordata con 3 clases, 4 órdenes, 4 familias y 6 especies sin diferenciación entre las especies de peces; Chaetognatha con 1 clase, 2 órdenes, 2 familias y 6 especies; Mollusca con 5 especies y Foraminifera con 4. También se identificaron otros grupos taxonómicos con una riqueza entre 1 y 3 especies, pertenecientes a los phyla: Annelida, Bryozoa, Ciliophora, Ctenophora, Echinodermata y Radiozoa (Fig. 2).

Las especies y géneros que estuvieron presentes durante todos los meses fueron los copépodos *Acartia* (*Acanthacartia*) *spinata*, *Acartia* (*Odontacartia*) *lilljeborgii*, *Clausocalanus furcatus*, *Farranula gracilis*, *Oithona* spp., *Oncaea* spp., *Temora turbinata*, *Subeucalanus* sp. y *Corycaeus* spp., los cnidarios: *Bougainvillia* sp1., *Eudoxoides spiralis* y *Diphyes dispar*, los cladóceros: *Penilia avirostris* y *Pseudeudadne tergestina* y las larvas zoea, cifonauta, cipris y nauplio, a pesar que la luz de malla usada era muy grande para la obtención de muestras adecuadas de las larvas nauplio. Por otro lado, se observó que el 45% de las especies identificadas eran carnívoras, 30% omnívoras, 24% herbívoras y 1% parásitas.

Temporalmente, se observó un patrón bimodal con dos máximos de 68 especies en julio y enero, mientras que en octubre y noviembre, se obtuvieron las riquezas más bajas con 37 y 41 especies, respectivamente (Fig. 3). Estos cambios temporales en la riqueza se deben a variaciones en los grupos taxonómicos más importantes. En el caso de los copépodos, su riqueza mayor se observó en agosto y enero con 27 especies, debido a la presencia de los copépodos *Copilia mirabilis*, *Labidocera aestiva*, *Mecynocera clausi*, *Pleuromamma gracilis*, *Rhincalanus cornutus*, *Scolecithrix danae*, *Sapphirina angusta* y *Subeucalanus subtenuis*. Los cnidarios presentaron sus máximos en agosto, diciembre y enero con 9, 10 y 14 taxa respectivamente, por la aparición de *Abylopsis eschscholtzi*, *Bougainvillia* sp2., *Eutima mira*, larvas de Anthozoa, el sifonóforo *Muggiaea kochii* y *Obelia* sp. Las riquezas menores se observaron en junio y septiembre con 4 especies.

La zona 2 presentó la riqueza mayor con 103 especies, mientras que la 1 y la 3 presentaron una riqueza de 88 y 90 taxa, respectivamente. Todos los grupos taxonómicos

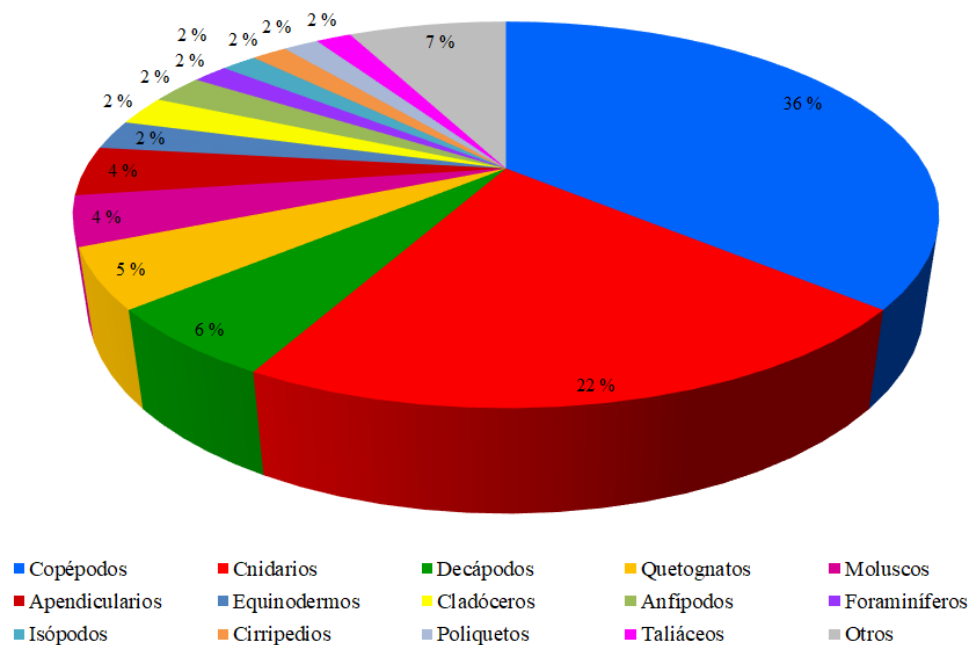


Fig. 2. Riqueza porcentual del zooplankton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

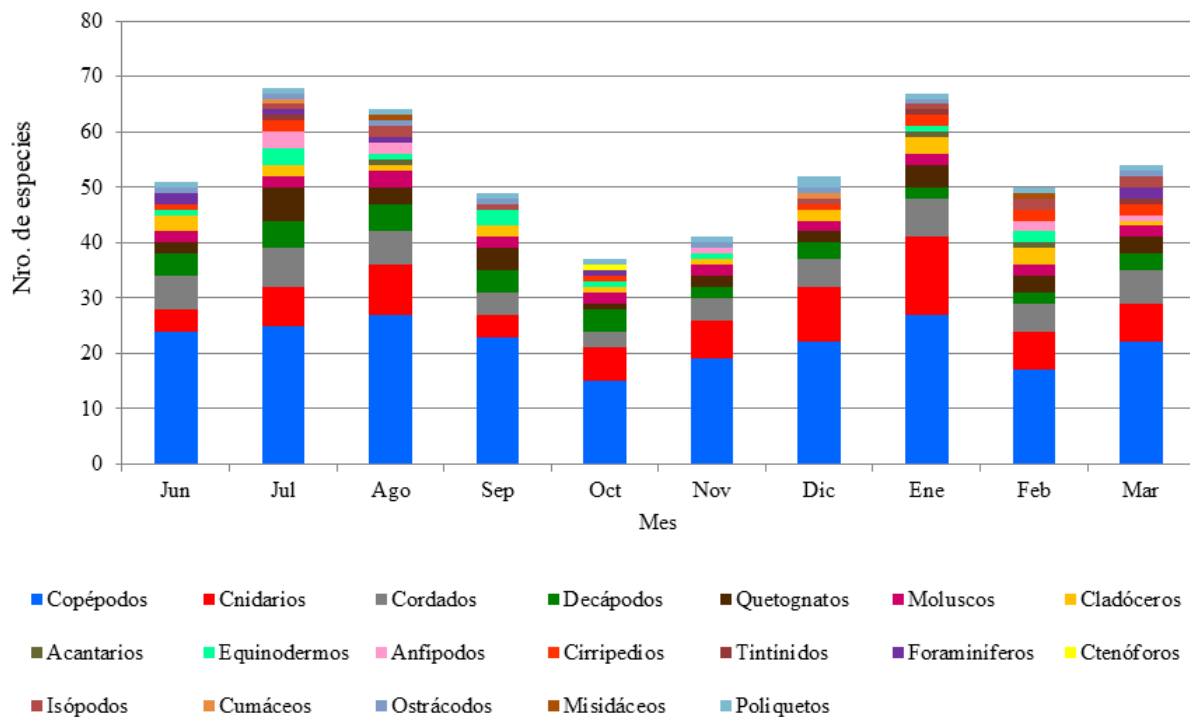


Fig. 3. Variación mensual del número de especies por grupos taxonómicos de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015.

identificados se encontraron en las tres zonas con una proporción similar. Al comparar el número de especies y géneros por grupos taxonómicos, se observó que de los 44 taxa de copépodos identificadas en este estudio, 29 ocurrieron en las tres zonas. De los organismos identificados, los copépodos *Lubbockia squillimana* y *Paracalanus quasimodo* sólo se observaron en la zona 2. En cuanto a los cnidarios, 15 morfotipos se encontraron en las tres zonas, de las cuales el sifonóforo *Muggiaea atlantica*, las hidromedusas *Liriope tetraphylla*, *Solmaris* sp e hidrozoos *Obelia* en su forma colonial sólo se observaron en la zona 1, mientras que el sifonóforo *Lensia cossack* sólo se presentó en la zona 2.

Abundancia

En cuanto a la abundancia, la zona 2 presentó una media de 110 ± 64 ind/m³, seguida por la zona 3 con 70 ± 67 ind/m³ y la 1 con 28 ± 14 ind/m³. Las tres zonas mostraron patrones temporales diferentes aunque en general, las densidades fueron superiores durante la época de lluvia (Fig. 4). Las especies y géneros más abundantes durante estos meses fueron *Acartia spinata*, *A. (Odontacartia) lilljeborgii*, *Clausocalanus furcatus*, *Corycaeus* spp., *Farranula gracilis*, *Oithona* spp, *Oncaea* spp, *Penilia avirostris* y las larvas zoea, considerando la posible subestimación de este grupo por el tamaño de la red utilizada. A partir de octubre, la abundancia descendió, con valores más bajos en diciembre - marzo.

La abundancia de todos los grupos y su proporción sobre la comunidad fluctuaron durante el periodo de estudio. Por ejemplo, los copépodos presentaron densidades medias entre 5 ind/m³ en febrero y 86 y 97 ind/m³ en junio y septiembre, respectivamente,

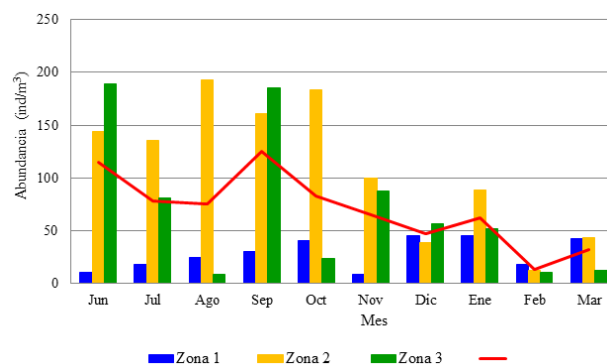


Fig. 4. Variación mensual de la densidad media del zooplancton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015.

ocupando el 35 %, 75 % y 80 % de la densidad total del zooplancton en estos tres meses. Los cnidarios presentaron densidades entre 0,5 ind/m³ en junio y 16,4 ind/m³ en agosto con un porcentaje promedio sobre la comunidad del 2 %, aunque en agosto, los cnidarios llegaron a ocupar el 22 % de la densidad total. Otro grupo taxonómico importante fue el de los cordados, que varió entre 2,2 ind/m³ en octubre y 13,9 ind/m³ en agosto, ocupando un porcentaje entre 5 % en junio y 19 % en agosto y febrero. Cabe destacar dos grupos pertenecientes al phylum Artrópoda: los cladóceros, que presentaron densidades entre 0,16 ind/m³ en agosto y 16,4 ind/m³ en junio, así como porcentajes sobre la comunidad de 0,22 % en agosto y 27,6 % en febrero y los decápodos con densidades entre 1,1 ind/m³, finalizando la época de lluvia (noviembre; 1,7 %) y 13,5 ind/m³, finalizando la de sequía (julio; 17,6 %).

Con relación al índice de diversidad de Shannon-Wiener, se observaron variaciones tanto temporales como espaciales, en los que se obtuvieron valores en un intervalo entre 1,74 y 2,86 bits/ind con un patrón temporal que coincidió con el del número de especies (Fig. 5). Por otra parte, la biomasa húmeda zooplanctónica presentó un promedio de 0,046 g/m³. Los meses que presentaron valores medios mayores fueron septiembre y noviembre con 0,078 g/m³ y 0,079 g/m³, respectivamente y los menores fueron febrero y marzo con 0,03 g/m³ y 0,026 g/m³, respectivamente. También se observaron fluctuaciones en las tres zonas, aunque en líneas generales los valores mensuales se encontraron en el mismo orden de magnitud (Fig. 6).

A pesar de las variaciones espaciales y temporales descritas anteriormente, la prueba ANOSIM dos vías, en el que las zonas están anidadas dentro de los meses,

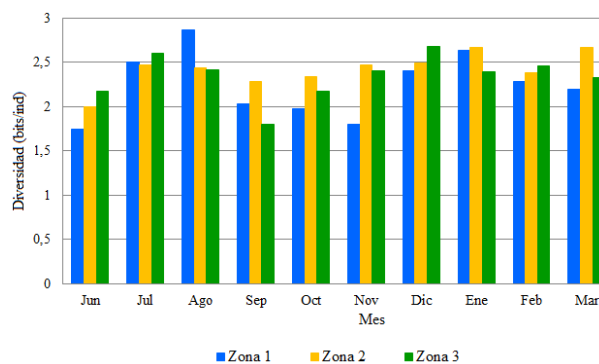


Fig. 5. Índice de diversidad biológica de Shannon del zooplancton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015

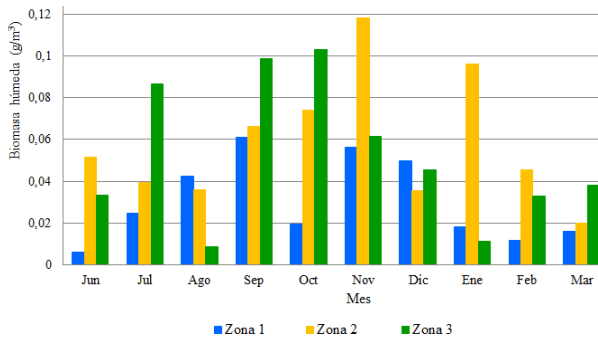


Fig. 6. Variación espacial y temporal de la biomasa húmeda zooplanctónica de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015.

no mostró diferencias significativas entre las zonas ($R = -0,033$; $p = 64,1 \%$) pero sí entre los meses ($R = 0,52$; $p = 0 \%$). La prueba *a posteriori* indicó diferencias entre junio con julio, septiembre, octubre y febrero; julio con enero y febrero; agosto con septiembre, octubre y febrero; septiembre con noviembre y febrero; octubre, noviembre y diciembre con enero y febrero y entre enero y febrero. Sin embargo, en el NMDS, no se observaron estas diferencias temporales (Fig. 7).

En la prueba SIMPER se obtuvo similitudes distintas en función de la época que se capturaron las muestras, siendo mayor en octubre con 43,74 % y menores en junio, agosto y marzo con valores cercanos al 20 %. Durante el estudio, se identificaron especies particulares para cada mes, por ejemplo, *Acartia lilljeborgii* solo ocurrió en julio, mientras que las larvas de crustáceos fueron más

abundantes en agosto; las larvas cifonauta estuvieron presentes sólo en septiembre y las especies *Oikopleura* spp., larvas cipris de cirrípedos y *Pseudoevadne tergestina* estuvieron presentes únicamente en febrero.

Asociación entre las variables ambientales y los componentes del zooplancton

Se obtuvo una correlación de Pearson de 7,3 a partir de la aplicación de la prueba BIOENV, incluyendo las variables: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH y las concentraciones de nitritos, nitratos y fosfatos. El análisis de correspondencia canónica con todas las especies de la comunidad mostró una varianza de 29,43 % en el primer eje y 24,15 % en el segundo. Las variables más importantes fueron la temperatura, la salinidad y las concentraciones de oxígeno disuelto y nitratos. Con los nitratos se correlacionaron los copépodos: *Caligus* sp., *Macrosetella gracilis*, larvas de Clausidiidae, *Acartia* (*Acartia*) *negligens*, *Acartia* (*Acanthacartia*) *tonsa*, *Candacia bispinosa* y *Corycaeus* spp, el molusco: *Atlanta* sp., el cnidario: *Clytia* sp. y el cladóceros *Evadne spinifera*, mientras que la temperatura con los ctenóforos, los sifonóforos *Abylopsis tetragona* y *Muggiaea kochii* y el poliqueto *Tomopteris* sp.; el oxígeno disuelto con los pterópodos y la salinidad con *Diphyes* sp. Al hacer el mismo análisis usando los grupos taxonómicos, se obtuvo una varianza acumulada en los dos primeros ejes de 72,6 % en la que la salinidad se asoció positivamente con los cnidarios, misidáceos y anfípodos, mientras que los fosfatos y oxígeno disuelto con los cladóceros y los nitritos con los cirrípedos.

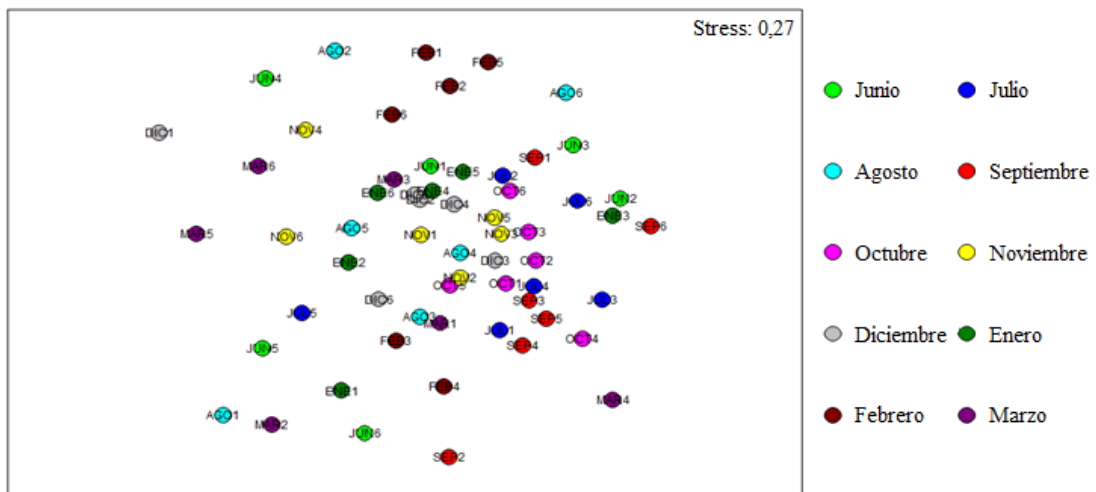


Fig. 7. Análisis de ordenación de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) de la densidad del zooplancton de la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015.

DISCUSIÓN

En la zona se reconocen dos estaciones, una seca dominada por los vientos Alisios y la Zona de Convergencia Intertropical desde noviembre a marzo y una estación lluviosa (julio - septiembre) con influencia importante de los ríos. El resto de los meses es una transición entre las dos épocas (FERRAZ-REYES 1983; LLANO *et al.* 1991; ASTOR *et al.* 1998). Otros estudios demuestran variaciones en estas épocas, con precipitaciones fuertes en noviembre y diciembre (HERRERA & BONE 2011; PEREIRA 2012).

Los resultados obtenidos en este estudio muestran el efecto de los cuerpos de aguas epicontinentales sobre las condiciones ambientales locales de la zona costera, el cual es más fuerte durante la época de precipitaciones máximas. En el caso específico de la zona entre Chirimena y Puerto Francés, los aportes de los ríos Tuy y Aricagua, así como de varias quebradas de la zona, causan procesos de mezcla y enriquecimiento de las aguas marinas, debido al arrastre de nutrientes que generan áreas locales de productividad alta (PARSONS *et al.* 1979).

Se ha detectado también el efecto de la surgencia costera durante los primeros meses del año, con consecuencias en el aumento de la densidad del fitoplancton y zooplancton herbívoro (FERRAZ-REYES 1983; GÓMEZ 1996; CASTELLANOS *et al.* 2002; PIRELA-OCHOA *et al.* 2008). Este fenómeno ha sido ampliamente estudiado en la zona oriental del país y en el golfo de Venezuela. Sin embargo, en el área de Cabo Codera, se favorece la surgencia costera debido a que su plataforma estrecha se ensancha y el talud de la plataforma continental está dispuesto en forma casi perpendicular a la corriente predominante (DENMAN & POWELL 1984). Los aumentos en la concentración de ortofosfatos coinciden con los meses de surgencia costera. En el presente estudio se obtuvo una concentración promedio anual 25 veces mayor a la reportada en el proyecto Cariaco, indicando la alta disponibilidad de este nutriente para los productores primarios (ASTOR *et al.* 2004).

El área marino y costero entre Chirimena y Puerto Francés consiste en un sistema abierto con un flujo continuo de nutrientes por los aportes de ríos y quebradas, que varían su caudal en función de las precipitaciones. Al respecto, diversos estudios han demostrado que si estas adiciones de nutrientes son continuas o por pulsos, los efectos sobre la estructura comunitaria de las microalgas varían intensamente. Cuando el caudal de estos aportes

varía, el número de especies aumenta y disminuye la dominancia, lo cual pudiera explicar la riqueza alta en la zona (BUYUKATES & ROELKE 2005; SPATHARIS *et al.* 2007).

La composición taxonómica observada en esta zona es comparable con las obtenidas en la bahía de Mochima, (MÁRQUEZ & ZOPPI 2017), laguna El Morro en la isla de Margarita (VILLALBA *et al.* 2017), el Parque Nacional Archipiélago de Los Roques (CASANOVA *et al.* 2007) y el Golfo de Cariaco (MÁRQUEZ 2015), lo cual demuestra la gran riqueza de especies de la zona central del país, en la que los copépodos, que son crustáceos con una variedad de hábitos alimenticios, representaron un 36 % de la riqueza total de especies. De hecho, los copépodos suelen ser el grupo más relevante del zooplancton en los ambientes oceánicos, neríticos y lagunares, representando desde más del 50 % hasta el 98 % de la biomasa zooplanctónica (MÁRQUEZ *et al.* 2006).

Los cnidarios resultaron ser el segundo grupo más importante en términos de riqueza. Al respecto, BASTARDO (1975) indicó que desde el punto de vista numérico, las medusas no constituyen una fracción importante de la comunidad, pero las considera como un grupo frecuente. Sin embargo, MÁRQUEZ & ZOPPI (2017) encontraron que fueron el segundo grupo más importante en la bahía de Mochima. Otros grupos importantes desde el punto de vista de su riqueza fueron los decápodos, quetognatos, moluscos y apendicularias, los cuales presentaron entre 4 y 6 especies. Según BOSCHI (1996), las larvas de crustáceos decápodos constituyen un componente importante de la fracción meroplanktónica del zooplancton marino y suelen ser costeros en virtud que los adultos habitan en la plataforma continental a profundidades escasas. Por su parte, los quetognatos han sido catalogados como especies indicadoras de fertilidad en las distintas masas de agua y han sido identificadas a lo largo de la zona costera del país, desde el Lago de Maracaibo en la bahía de El Tablazo hasta la desembocadura del río Orinoco (ZOPPI DE ROA 2003).

Los moluscos planctónicos son un grupo poco estudiado en Venezuela, que aunque suelen ser identificados en la mayoría de los inventarios, existen escasas descripciones de sus larvas. Según SUÁREZ-MORALES (1994) suelen ser excelentes indicadores de masas de aguas y consumidores de fitoplancton en cantidades considerables. Por último, las apendicularias como *Oikopleura* son más abundantes en aguas neríticas (BERSOVINE-GARCÉS 2018) y constituyen el alimento predilecto de muchos peces de importancia comercial

como la sardina, el arenque y el atún (TILLEY *et al.* 2016), además de otros integrantes del zooplankton (ZOPPI DE ROA 2003).

Con relación a la densidad total, la obtenida en este estudio fue baja, en comparación con lo registrado por SUÁREZ-MORALES & GASCA (1997) para las aguas superficiales del mar Caribe mexicano (5.453 ind/m^3). Sin embargo, se encuentra en el mismo orden de magnitud y con la misma distribución de taxa, aunque un poco más bajas que las reportadas por HERNÁNDEZ Y GÓMEZ (2014) en la isla de Margarita. De igual manera, las densidades obtenidas en este estudio, están por debajo de las reportadas en el Golfo de Cariaco e incluso de las del Archipiélago Los Roques (1.250 ind/m^3), considerado oligotrófico (CASANOVA *et al.* 2007).

Las densidades obtenidas en este estudio se asemejan más a las encontradas en la Cuenca de Cariaco, aunque los valores más altos aparecieron en épocas distintas (MÁRQUEZ *et al.* 2009). Asimismo, los valores mensuales de densidad reportados coincidieron con lo encontrado por MÁRQUEZ *et al.* (2008) en la bahía de Mochima, siendo agosto, abril y mayo cuando ocurrieron las densidades mayores y las más bajas en junio, julio, octubre-diciembre. Los resultados muestran una heterogeneidad espacial notable a nivel local, posiblemente por diferenciación de nichos, que se mantuvo constante en toda la zona de estudio, permitiendo que no se evidencien diferencias significativas entre las zonas establecidas, mientras que sí se detectó una variabilidad temporal dependiente de los cambios ambientales que generan procesos regionales periódicos como las precipitaciones y la surgencia costera. Por lo tanto, las variaciones de las condiciones del agua, ligadas a procesos biológicos como la competencia y depredación pueden incidir de manera determinante en la variabilidad temporal de la composición, abundancia y distribución de estas comunidades (BRICEÑO *et al.* 2009).

En cuanto a la distribución de la densidad por grupos taxonómicos, se observó una dominancia del phylum Arthropoda con 80 %, incluyendo copépodos, cladóceros, larvas de decápodos y en menor proporción, anfípodos, ostrácodos, isópodos, cumáceos y misidáceos, seguido por el phylum Chordata (9 %), lo cual coincide con MARTÍNEZ (2007) para el Caribe colombiano. De acuerdo con LEGARÉ (1961), los copépodos son los organismos zooplanctónicos más abundantes para la región, con un 64,70 % y el segundo grupo más abundante corresponde a los cladóceros con 24,30%.

En este estudio, los cladóceros fueron el segundo grupo taxonómico más abundante sólo en junio, octubre, enero y febrero. El resto de los meses, las larvas y huevos de peces fueron más abundantes. Al respecto, LEGARÉ (1961) señaló la presencia de una densidad moderada de huevos de peces en el golfo de Cariaco, mientras que BASTARDO (1975) y BAGDÓ (1977) detectaron la aparición frecuente de este grupo sin períodos largos con densidades importantes, un aspecto relevante desde el punto de vista pesquero y de conservación de sus recursos.

En cuanto al índice de diversidad, temporalmente se observó el mismo patrón bimodal que mostró la riqueza de especies. Este comportamiento pudiera estar asociado al enriquecimiento de nutrientes de las aguas, posterior a la época de lluvia y en época vacacional, considerando que la zona tiene una actividad turística importante y en trabajos anteriores se ha reportado un máximo de surgencia para el mes de julio (CASTELLANOS *et al.* 2002). El valor medio calculado en el presente estudio resultó ser mayor que el reportado para el Caribe colombiano (MARTÍNEZ 2007). Las comunidades planctónicas de esta zona se caracterizan por tener muchas especies a densidades bajas con una dominancia escasa, lo cual favorece el aumento de la diversidad biológica.

Al comparar la biomasa zooplanctónica con los valores obtenidos para otras áreas del Caribe y del Atlántico, se obtienen valores inferiores a los registrados por RILEY & GORGY (1948) para el noroeste del Atlántico, quienes obtuvieron un peso húmedo medio de $0,840 \text{ g/m}^3$ y por MARIKOVA & CAMPOS (1967) en el noreste de Cuba con biomásas entre $0,2$ y $0,4 \text{ g/m}^3$. Sin embargo, se asemejan a los encontrados en el Atlántico occidental tropical (CALEF & GRICE 1967), la Península de Araya, Isla de Margarita, Península y Golfo de Paria (ZOPPI DE ROA 1977), la bahía de Mochima (MÁRQUEZ *et al.* 2007) y el golfo de Cariaco (MÁRQUEZ *et al.* 2011). De acuerdo a lo indicado por ZOPPI DE ROA (1977), biomásas entre $0,03$ y $0,1 \text{ g/m}^3$ indican que la zona costera entre Chirimena y Puerto Francés presenta aguas oligotróficas, aunque tenga aportes continuos de nutrientes.

En cuanto a la relación de esta comunidad con las variables ambientales, la asociación de las especies con la salinidad y las concentraciones de nitritos indica la influencia de las lluvias y las descargas de los ríos sobre la comunidad. De hecho, la abundancia zooplanctónica aumentó durante estos meses, indicando el efecto indirecto de los nutrientes, los cuales son aprovechados

por el fitoplancton, aumentando así la disponibilidad de alimento para el zooplancton herbívoro, lo cual produce localmente un efecto cascada sobre los niveles tróficos superiores (MUNENE 2014).

En este estudio se observaron especies que estuvieron correlacionadas positivamente con la salinidad, como el cladóceros *Evadne spinifera*, propio de ambientes con salinidad variable (MUJICA & ESPINOZA 1994). En cuanto a la temperatura, la presencia del copépodo *Acartia spinata* en aguas con temperaturas mayores, coincide con lo reportado por VILLATE (1982) con el congénere *A. grani* en España y por ESCAMILLA *et al.* (2011), quienes encontraron que *A. tonsa* se correlacionó positivamente con esta variable mientras que *A. lilljeborgii* de forma negativa durante la época de sequía en una laguna tropical en México. Por otra parte, HAMILTON-WEST *et al.* (2008) indican que el incremento de la temperatura del agua propicia las condiciones perfectas para el crecimiento de las poblaciones de *Caligus*, que a pesar de ser una especie parásita de peces, suelen capturarse en el plancton, sobre todo en las costas atlánticas (JOHNSON & ALLEN 2012). De hecho, KIM *et al.* (2019) reportaron la presencia de cuatro especies del género *Caligus* en muestras de zooplancton de la zona oriental de Venezuela. La correlación positiva entre la temperatura y la salinidad con especies de los géneros *Obelia* y *Clytia* coincide con lo encontrado en la zona costera de la Bahía de Santa Elena en Colombia por ANDRADE (2012).

La zona costera del estado Miranda presenta condiciones ambientales complejas que por sí solas no explican la variabilidad de la comunidad zooplanctónica, lo que sugiere la influencia de otro tipo de variables, tales como las biológicas en la que la dinámica poblacional de cada especie y las interacciones ecológicas interespecíficas pueden jugar un papel importante en la dinámica comunitaria, por lo que estudios más específicos y a distintas escalas pueden contribuir a su entendimiento.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por Petróleos de Venezuela, S.A. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Ecología de Sistemas Acuáticos del Instituto de Zoología y Ecología Tropical de la Universidad Central de Venezuela. Los autores desean agradecer las correcciones derivadas del proceso de arbitraje, así como las sugerencias del editor, las cuales coadyuvaban a incrementar la calidad del manuscrito.

REFERENCIAS

- ANDRADE, C. 2012. Distribución estacional y ecología de las medusas (Cnidarias: Hydrozoa) en la zona costera sur de la Bahía de Santa Elena durante el periodo (octubre 2004 – octubre 2005). *Acta Oceanogr. Pacífico* 17: 127-137.
- AÑEZ, Z. 1983. *Distribución y abundancia estacional del zooplancton (excepto copépodos), entre Boca del Río (Isla de Margarita) y la isla de Cubagua (Edo. Nueva Esparta)*. Trab. Grad. Lic. Biología Marina, Universidad de Oriente, Boca del Río, Venezuela, 99 p.
- ASTOR, Y., J. MERI & F. MÜLLER-KARGER. 1998. Variabilidad estacional hidrográfica en la fosa de Cariaco. *Mem. Soc. Cs. Nat. La Salle* 58(149): 61-72.
- ASTOR, Y., F. MÜLLER-KARGER, R. BOHRER, L. TROCCOLI & J. GARCÍA. 2004. Variabilidad estacional e interanual del carbono inorgánico disuelto y nutrientes en la fosa de Cariaco. *Mem. Soc. Cs. Nat. La Salle* 161&162: 235-252.
- BAGDÓ, E. 1977. *Abundancia, distribución horizontal y biomasa del zooplancton en el Golfo de Cariaco entre marzo y diciembre de 1975*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela, 59 pp.
- BASTARDO, H. 1975. *Abundancia, composición relativa y biomasa del zooplancton en un área del Golfo de Cariaco, Venezuela*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 54 pp.
- BERSOVINE-GARCÉS, D. 2018. *Tunicados planctónicos (Appendicularia y Thaliacea) del Caribe venezolano*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela, 75 pp.
- BOSCHI, E. 1996. *Larvas de Crustacea Decapoda*. En: *Introducción al estudio del zooplancton marino*. Eds. R. Gasca & M. Suárez. Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Chetumal, México. pp. 343-374.
- BRICEÑO, H., R. BUONOCORE, C. SANGRONIS, L. GARCÍA-PINTO, J. ROJAS, J. CHIRINOS, A. GONZÁLEZ & C. LÓPEZ. 2009. Composición y abundancia del plancton de la Costa Noreste de la Bahía El Tablazo, Sistema de Maracaibo, Venezuela. *Bol. Cent. Invest. Biol.* 43(4): 463-485.
- BUYUKATES, Y. & D. ROELKE. 2005. Influence of pulsed inflows and nutrient loading on zooplankton and

- phytoplankton community structure and biomass in microcosm experiments using estuarine assemblages. *Hidrobiol.* 548: 233-249.
- CALEF, G. & G. GRICE. 1967. Influence of the Amazon river outflow on the ecology of the western tropical Atlantic II. Zooplankton Abundance, Copepod distribution, with remark on the fauna of low-salinity areas. *J. Mar. Res.* 25(1): 84-94.
- CAMPOS-HERNÁNDEZ, A. & E. SUÁREZ-MORALES. 1994. *Copépodos pelágicos del Golfo de México y Mar Caribe*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. México D.F. 353 pp.
- CASANOVA, E., E. ZOPPI DE ROA & E. MONTIEL. 2007. Caracterización espacial y temporal del zooplankton en el Archipiélago Los Roques, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 46(1): 51-65.
- CASTELLANOS, P., R. VARELA & F. MÜLLER-KARGER. 2002. Descripción de las áreas de surgencia al sur del mar Caribe examinadas con el sensor infrarrojo AVHRR. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 154: 55-76.
- CERVIGÓN, F. 1962. Contribución al conocimiento de los copépodos pelágicos de las costas de Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 22(63): 181-197.
- CHIBA, S., S. BATTEN, C. MARTIN, S. IVORY, P. MILOSLAVICH & L. WEATHERDON. 2018. Zooplankton monitoring to contribute towards addressing global biodiversity conservation challenges. *J. Plankton Res.* 40(5): 509-518.
- CLARKE, K., R. GORLEY, P. SOMERFIELD & R. WARWICK. 2014. *Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation*. PRIMER-E: Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, United Kingdom. 255 pp.
- CONWAY, D. 2012a. *Marine zooplankton of southern Britain. Part 1: Radiolaria, Heliozoa, Foraminifera, Ciliophora, Cnidaria, Ctenophora, Platyhelminthes, Nemertea, Rotifera and Mollusca*. En: *Occasional Publications*. Ed. A. John. Marine Biological Association of the United Kingdom, No. 25, Plymouth, United Kingdom, 138 pp.
- CONWAY, D. 2012b. *Marine zooplankton of southern Britain. Part 2: Arachnida, Pycnogonida, Cladocera, Facetotecta, Cirripedia and Copepoda*. En: *Occasional Publications*. Ed. A. John. Marine Biological Association of the United Kingdom, No. 26 Plymouth, United Kingdom 163 pp.
- DAVIS, C. 1955. *The marine and freshwater plankton*. Michigan State University. EE.UU. 562 pp.
- DE BOYD, L. 1977. *A guide to marine coastal plankton and marine invertebrate larvae*. Kendall-Hunt, California, EE.UU. 161 pp.
- DENMAN, K. & M. POWELL. 1984. Effects of physical processes on planktonic ecosystems in the coastal ocean. *Oceanogr. Mar. Biol.* 22: 125-168.
- DÍAZ, O., E. RADHA, I. LIÑERO-ARANA & B. MARÍN. 2009. Poliquetos holoplanctónicos (Annelida: Polychaeta) de la plataforma del Atlántico venezolano. *Cienc. Mar* 13(38): 15-26.
- ESCAMILLA, J., U. ORDÓÑEZ-LÓPEZ & E. SUÁREZ-MORALES. 2011. Spatial and seasonal variability of *Acartia* (Copepoda) in a tropical coastal lagoon of the southern Gulf of Mexico. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 46(3): 379-390.
- ESTÉVEZ, A. 1999. *Evaluación del zooplankton del Parque Nacional Morrocoy (Edo. Falcón)*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 76 pp.
- FERRAZ-REYES, E. 1983. Estudio del fitoplancton en la Cuenca Tuy-Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 22 (1&2): 111-124.
- GÓMEZ, A. 1996. Causas de la fertilidad marina en el nororiente de Venezuela. *Interciencia* 21(3): 140-146.
- GONZÁLEZ, F. 2003. Índice de surgencia asociado con los factores abióticos y la dinámica del plancton en la Bahía de Mochima (Edo. Sucre). Trab. Grad. Doctoral, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela, 167 pp.
- HAMILTON-WEST, C., G. ARRIAGADA, M. LARA, P. VALDÉS, A. GALLARDO & S. URCELAY. 2008. Epidemiological description of Sea Lice (*Caligus rogercresseyi*) situation in southern Chile in August 2007. *J. Fish Dis.* 15: 25-36.
- HAMMER, O., D. HARPER & P. RYAN. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica* 4(1): 9 pp. Disponible en http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm (revisada mayo 2018).
- HERNÁNDEZ, I. & A. GÓMEZ. 2014. Patrones de abundancia y composición del zooplankton costero

- a varias escalas temporales en un ciclo de surgencia estacional en la isla de Margarita, Venezuela. *Interciencia* 39(2): 122-128.
- HERRERA, A. & D. BONE. 2011. Influence of riverine outputs on sandy beaches of Higuerote, central coast of Venezuela. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 39(1): 56-70.
- JOHNSON, W. & D. ALLEN. 2012. *Zooplankton of the Atlantic and Gulf Coasts. A guide to their identification and ecology*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, EE.UU. 452 pp.
- KIM, I.-H., E. SUÁREZ-MORALES & B. MÁRQUEZ-ROJAS. 2019. Caligid copepods (Copepoda: Siphonostomatoida: Caligidae) as zooplankters off the Venezuelan coast, western Caribbean Sea. *Thalassas* 35(2): 607-618.
- LEGARÉ, J. 1961. Estudios preliminares del zooplancton en la región de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 1(1): 191-218.
- LEGARÉ, J. 1964. The pelagic copepoda of Eastern Venezuela. I. The Cariaco Trend. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 3(1&2): 15-81.
- LITCHMAN, E., M. OHMAN & T. KJØRBOE. 2013. Trait-based approaches to zooplankton communities. *J. Plankton Res.* 35(3): 473-484.
- LLANO, M., J. CÁRDENAS, L. MAYZ, P. GUEVARA & A. ARMAS. 1991. Elementos biogénicos de los sedimentos de la Fosa de Cariaco y los recursos ícticos del nororiente venezolano. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*. 51(135&136): 57-72.
- MARIKOVA, V. & A. CAMPOS. 1967. Características cualitativas y cuantitativas del zooplancton de la plataforma cubana. *Estud. Inst. Oceanol. Acad. Cienc. Cuba*. 2 (2): 63-80.
- MARÍN, E., C. LODEIROS, D. FIGUEROS & B. MÁRQUEZ-ROJAS. 2004. Distribución vertical y abundancia estacional del microzooplancton y su relación con los factores ambientales en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. *Rev. Cient. Fac. Cienc. Vet.* 14(2): 133-139.
- MÁRQUEZ, B., B. MARÍN, E. ZOPPI & C. MORENO. 2006. Zooplancton del Golfo de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 45(1): 61-78.
- MÁRQUEZ, B., B. MARÍN, J. 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.
- MÁRQUEZ, B., B. MARÍN, J. DÍAZ-RAMOS & L. TROCCOLI. 2008. Biomasa, densidad y composición zooplanctónica de la Bahía de Mochima, Venezuela. *Guyana* 72(1): 52-67.
- MÁRQUEZ, B., J. DÍAZ-RAMOS, L. TROCCOLI, B. MARÍN & R. VARELA. 2009. Densidad, biomasa y composición del zooplancton, en el estrato superficial de la cuenca de Cariaco, Venezuela. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 44(3): 737-749.
- MÁRQUEZ, B., L. TROCCOLI, L. MARCANO, J. MORALES, T. ALLEN, B. MARÍN & R. DÍAZ-RAMOS. 2011. Estructura comunitaria del zooplancton en dos localidades del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 50(2): 103-119.
- MÁRQUEZ, B. 2015. *Dinámica del mesozooplancton en el sector oriental (Saco) del golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela*. Trab. Grad. Doctoral, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela, 137 pp.
- MÁRQUEZ, B. & E. ZOPPI. 2017. Zooplancton de la bahía de Mochima: retrospectiva y prospectiva. *Saber* 29: 495-511.
- MARTÍN, A., L. MALAVÉ, D. SÁNCHEZ, R. APARICIO, F. AROCHA, D. BONE, J. BOLAÑOS, J. BOLAÑOS-JIMÉNEZ, J. CASTAÑEDA, J. CÁRDENAS, A. CARBONINI, Y. DÍAZ, H. GUADA, E. KLEIN, R. LAZO, A. LEMUS, M. LENTINO, C. LIRA, C. LODEIROS, R. LÓPEZ, B. MARÍN, G. MARTÍNEZ, B. MÁRQUEZ, A. MÁRQUEZ, R. MOLINET, F. MORALES, J. POSADA, A. PRIETO, A. RIERA, C. RODRÍGUEZ, A. RAMÍREZ, W. SENIOR, P. SOLANA, H. SEVEREYN, P. SPINIELLO, E. VALERA, C. YANES & E. ZOPPI. 2007. *Línea base ambiental Plataforma Deltana*. Petróleos de Venezuela, S. A. - Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. 176 pp.
- MARTÍNEZ, M. 2007. *Composición y abundancia del zooplancton marino de las Islas de Providencia y Santa Catalina (Caribe Colombiano) durante la época climática lluviosa (octubre – noviembre) de 2005*. Santa Marta, Colombia. Trab. Grad. Lic. Biología Marina, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia, 119 pp.
- MUJICA, A. & E. ESPINOZA. 1994. Cladóceros marinos chilenos. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 67: 265-272.

- MUNENE, A. 2014. *Response of zooplankton biodiversity to nutrient pulses in experimental mesocosms*. Proy. Grad. M. Sc. Environmental Sciences, University of Guelph, Guelph, Canadá, 29 pp.
- OWRE, H. & M. FOYO. 1967. *Copepods of the Florida Current with illustrated keys to genera and species*. Institute of Marine Science, University of Miami, EE.UU. 137 pp.
- PANTALEÓN-LÓPEZ, B., G. ACEVES & I. CASTELLANOS. 2005. Distribución y abundancia del zooplankton del complejo lagunar Chacahua-La Pastoria, Oaxaca, México. *Rev. Mex. de Biodivers.* 76: 63-70.
- PARSONS, T., M. TAKAHASHI & V. HARGRAVE. 1979. *Biological oceanographic processes*. Pergamon Press. Gran Bretaña, 332 pp.
- PEREIRA, C. 2012. *Estructura comunitaria del fitoplancton y su asociación con las características físicoquímicas de la zona marino-costera de playa Chirimena, estado Miranda*. Trab. Grad. M. Sc. Ingeniería Sanitaria, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela, 133 pp.
- PEREIRA, C., A. FERNÁNDEZ, V. HERNÁNDEZ & L. TROCCOLI-GHINAGLIA. 2020. Ocurrencia de floraciones nocivas de microalgas en las costas del estado Miranda, Venezuela. *Cienc. Ambient. Clim.* 3(1): 1-17.
- PIRELA-OCHOA, E., L. TROCCOLI & I. HERNÁNDEZ-ÁVILA. 2008. Hidrografía y cambios en la comunidad del microfitoplancton de la bahía de Charagato, isla de Cubagua, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 47(1): 3-15.
- POSTEL, L., H. FOCK & W. HAGEN. 2000. *Biomass and abundance*. En: *ICES zooplankton methodology manual*. Eds. R. Harris, P. Wiebe, J. Lenz, H. Skjoldal & M. Huntley. Academic Press, San Diego. EE.UU. pp. 83-192.
- RILEY, G. & S. GORGY. 1948. Quantitative studies of summer plankton population of the Western North Atlantic. *J. Mar. Res.* 7(3): 163-182.
- SCHWARZ, T. 2014. *AmbiWeb GmbH. Clima Higuerote. Caracas, Venezuela*. Disponible en <http://es.climate-data.org/location/27656/> (revisada noviembre 2015)
- SHROPSHIRE, T., S. MOREY, E. CHASSIGNET, A. BOZEC, V. COLES, M. LANDRY, R. SWALETHORP, G. ZAPFE & M. STUKEL. 2019. Quantifying spatiotemporal variability in zooplankton dynamics in the Gulf of Mexico with a physical-biogeochemical model. *Biogeosciences* 463: 1-45.
- SPATHARIS, S., G. TSIRTSIS, D. DANIELIDIS, T. DO CHI & D. MOUILLOT. 2007. Effects of pulsed nutrient inputs on phytoplankton assemblage structure and blooms in an enclosed coastal area. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 73: 807-815.
- STRICKLAND, J. & T. PARSONS. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *J. Fish. Res. Board Can.* 167: 1-310.
- SUÁREZ-MORALES, E. 1990. Planktonic copepods: A note on their relation with upwelling areas in the Campeche bank and the Mexican Caribbean Sea. *Investig. Mar. CICIMAR* 5(1): 87-92.
- SUÁREZ-MORALES, E. 1994. Distribución de los pterópodos (Gastropoda: Thecosomata y Pseudothecosomata) del Golfo de México y zonas adyacentes. *Rev. Biol. Trop.* 42(3): 523-530.
- SUÁREZ-MORALES, E. & R. GASCA. 1997. Copépodos (Crustacea) de las aguas superficiales del Mar Caribe Mexicano (mayo, 1991). *Rev. Biol. Trop.* 45: 1523-1529.
- SUTHERS, I., D. RISSIK & A. RICHARDSON. 2019. *Plankton: a guide to their ecology and monitoring for water quality*. Csiro Publishing, Clayton, Australia. 256 pp.
- TILLEY, J., C. BUTLER, E. SUÁREZ-MORALES, J. FRANKS, E. HOFFMAYER, D. GIBSON, B. COMYNS, G. INGRAM JR. & E. BLAKE. 2016. Feeding ecology of larval Atlantic Bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, from the central Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 92(3): 321-334.
- TODD, C. & M. LAVERACK. 1991. *Coastal marine zooplankton: a practical manual for students*. Cambridge University Press. New York, EE.UU. 106 pp.
- TRÉGOUBOFF, G. & M. ROSE. 1967a. *Manuel de planctonologie Méditerranéenne*. Tome I, texto. Centre National de la Recherche Scientifique. París, Francia. 587 pp.
- TRÉGOUBOFF, G. & M. ROSE. 1967b. *Manuel de planctonologie Méditerranéenne*. Tome II, planches. Centre National de la Recherche Scientifique. París, Francia. 219 pp.
- UROSA, L. 1983. Distribución del zooplankton en la cuenca Tuy-Cariaco, área de posible actividad

- petrolera en Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 22(1&2): 125-143.
- VIALE-RIGO, M., P. MASCIANGIOLI & W. GUTTLER. 1999. *Simulación y trayectoria de derrames de gasolina, diesel, y Disolago en la Planta de Distribución Carenero*. Informe Técnico no. INT-6234, 1999. PDVSA Intevep, Los Teques, Venezuela. 124 pp.
- VILLALBA, W., B. MARQUEZ-ROJAS, L. TROCCOLI, M. ALZOLAR & J. LÓPEZ. 2017. Composición y abundancia del zooplancton en la laguna El Morro, Isla de Margarita, Venezuela. *Rev. Peru. Biol.* 24(4): 343-356.
- VILLATE, F. 1982. Contribución al conocimiento de las especies de *Acartia* autóctonas de zonas salobres: *Acartia (Paracartia) grani*, G.O. Sars en la Ria de Mundaca (Vizcaya, España). *Kiobie* 12: 77-81.
- WICKSTEAD, J. 1979. *Zooplankton marino*. Ediciones Omega. Barcelona, España. 70 pp.
- WoRMS. 2020. *World register of marine species*. Disponible en <http://marinespecies.org> (revisada abril 2019).
- ZOPPI DE ROA, E. 1961. Medusas de la región este de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 1: 173-190.
- ZOPPI DE ROA, E. 1971. Apendicularias de la región oriental de Venezuela. *Stud. Fauna Curacao Baribb. Isl.* 38: 1-109.
- ZOPPI DE ROA, E. 1977. *El zooplancton marino de la región oriental de Venezuela*. Trab. Grad. Doctoral, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela, 187 pp.
- ZOPPI DE ROA, E. 2003. *Hemicordados, cordados y quetognatos*. En: *Biodiversidad en Venezuela*. Eds. M. Aguilera, A. Azocar & E. González. Fundación Polar - Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, Caracas, Venezuela. 522-532.

RECIBIDO: ABRIL 2020

ACEPTADO: JULIO 2020

TABLA 1. Lista de organismos planctónicos identificados en la zona marina y costera entre Chirimena y Puerto Francés

TAXA	TAXA
RADIOZOA	<i>Rhizophysa filiformis</i> (FORSSKAL, 1775)
Acantharia 1	<i>Solmaris</i> sp.
CILIOPHORA	<i>Solmundella bitentaculata</i> (QUOY & GAIMARD, 1833)
Tintinido 1	BRYOZOA
<i>Codonellopsis bulbulus</i> (MEUNIER, 1919)	Larvas cifonauta
<i>Undella</i> sp1.	ECHINODERMATA
FORAMINIFERA	Larvas de asteroideos
Foraminifero 1	Larvas de equinodermos
<i>Globigerina</i> sp1.	Larvas pluteus
<i>Oolina sphaerula</i> (EHRENBERG, 1845)	COPEPODA
<i>Oolina globosa</i> (MONTAGU, 1803)	<i>Acartia (Acartia) danae</i> GIESBRECHT, 1889
CTENOPHORA	<i>Acartia (Odontacartia) lilljeborgii</i> GIESBRECHT, 1889
Ctenóforo 1	<i>Acartia (Acartia) negligens</i> DANA, 1849
CNIDARIA	<i>Acartia</i> sp.
<i>Abylopsis eschscholtzii</i> (HUXLEY, 1859)	<i>Acartia (Acanthacartia) spinata</i> ESTERLY, 1911
<i>Abylopsis tetragona</i> (OTTO, 1823)	<i>Acartia (Acanthacartia) tonsa</i> DANA, 1849
<i>Bassia bassensis</i> (QUOY & GAIMARD, 1833)	<i>Caligus</i> sp.
<i>Bougainvillia</i> sp1.	<i>Calocalanus pavo</i> (DANA, 1852)
<i>Bougainvillia</i> sp2.	<i>Candacia bispinosa</i> (CLAUS, 1863)
<i>Chelophyes appendiculata</i> (ESCHSCHOLTZ, 1829)	<i>Candacia curta</i> (DANA, 1849)
<i>Clytia</i> sp.	<i>Candacia pachydactyla</i> (DANA, 1849)
<i>Cunina</i> sp.	<i>Candacia</i> sp.
<i>Diphyes bojani</i> (ESCHSCHOLTZ, 1825)	Canthocamptidae
<i>Diphyes</i> sp.	<i>Centropages velificatus</i> (OLIVEIRA, 1947)
<i>Diphyes dispar</i> CHAMISSO & EYSENHARDT, 1821	<i>Clausocalanus furcatus</i> (BRADY, 1883)
<i>Eudoxoides spiralis</i> (BIGELOW, 1911)	<i>Copilia</i> sp.
<i>Eutima mira</i> MCCRADY, 1859	<i>Copilia mirabilis</i> DANA, 1852
Scyphozoa 1	<i>Corycaeus</i> spp.
Larvas de antozoos	<i>Euchaeta marina</i> (PRESTANDREA, 1833)
<i>Lensia campanella</i> (MOSER, 1917)	<i>Euchirella rostrata</i> (CLAUS, 1866)
<i>Lensia cossack</i> TOTTON, 1941	<i>Euterpina acutifrons</i> (DANA, 1847)
<i>Liriope tetraphylla</i> (CHAMISSO & EYSENHARDT, 1821)	<i>Farranula gracilis</i> (DANA, 1849)
<i>Muggiaea atlantica</i> CUNNINGHAM, 1892	<i>Labidocera aestiva</i> WHEELER, 1900
<i>Muggiaea kochii</i> (WILL, 1844)	<i>Lubbockia squillimana</i> CLAUS, 1863
<i>Nanomia bijuga</i> (DELLE CHIAJE, 1844)	<i>Macrosetella gracilis</i> (DANA, 1846)
<i>Obelia</i> sp.	<i>Macrosetella</i> spp.

COPEPODA

Mecynocera clausi THOMPSON I.C., 1888*Mesocalanus* spp.*Oithona nana* GIESBRECHT, 1893*Oithona* spp.*Oncaea* spp.*Paracalanus aculeatus* GIESBRECHT, 1888*Paracalanus quasimodo* BOWMAN, 1971*Pareucalanus sewelli* (FLEMINGER, 1973)*Pleuromamma gracilis* CLAUS, 1863*Rhincalanus cornutus* (DANA, 1849)

Larva de Clausidiidae

Sapphirina angusta DANA, 1849*Sapphirina* sp.*Scolecithrix danae* (LUBBOCK, 1856)*Subeucalanus* sp.*Subeucalanus subtenuis* (GIESBRECHT, 1888)*Temora stylifera* (DANA, 1849)*Temora turbinata* (DANA, 1849)

ISOPODA

Carpas sp.

Isópodo 1

MAXILLOPODA

Larvas de Cirripedia

BRANCHIOPODA

Evadne spinifera P.E. MÜLLER, 1867*Penilia avirostris* DANA, 1849*Pseudevadne tergestina* CLAUS, 1877

AMPHIPODA

Anfípodo 1

Elaspomus sp.*Hyale* sp.

CUMACEA

Cumáceceo 1

OSTRACODA

Ostrácodo 1

DECAPODA

Larvas de Caridea

Larvas de Brachyura

Larvas de Porcellanidae

Belzebub faxoni (BORRADAILE, 1915)

MYSIDA

Misidáceo 1

MOLLUSCA

Atlanta sp.

Larvas de bivalvos

Larvas de gasterópodos

Limacina helicina (PHIPPS, 1774)

Pteropodo 1

ANNELIDA

Larva poliqueto

Tomopteris sp.

CHAETOGNATA

Flaccisagitta enflata (GRASSI, 1881)*Parasagitta elegans* (VERRILL, 1873)

Quetognato 1

Quetognato 2

Quetognato 3

Quetognato 4

CHORDATA

Oikopleura (Coecaria) fusiformis FOL, 1872*Oikopleura (Vexillaria) rufescens* FOL, 1872*Oikopleura* spp.*Doliolum* sp.*Salpa* spp.

Peces