

ESTRUCTURA COMUNITARIA DEL ZOOPLANCTON EN DOS LOCALIDADES DEL GOLFO DE CARIACO, VENEZUELA

BRIGHTDOOM MÁRQUEZ-ROJAS^{1*}, LUIS TROCCHI², LUZ MARY MARCANO³, JOSEFA MORALES³,

THAYS ALLEN¹, BAUMAR MARÍN¹ & RAFAEL DÍAZ-RAMOS¹

¹*Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
bmarquez2001@gmail.com*

²*Instituto de Investigaciones Científicas, Universidad de Oriente, Isla de Margarita, Venezuela.*

³*Postgrado en Ciencias Marinas, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.*

Resumen: Se evaluó la biomasa, densidad y composición zooplanctónica del golfo de Cariaco de mayo de 2003 a marzo de 2004. Las muestras fueron colectadas con una red tipo Bongo entre 0 – 25 m en 10 estaciones del golfo, 5 extendidas en la plataforma Pariche-Manicuare (zona norte) y 5 en la plataforma Cumaná - El Peñón (zona sur). El volumen desplazado y el peso seco en la zona norte variaron entre 0,01 – 0,081 ml m⁻³ y 1,53 – 178,64 mg m⁻³, respectivamente, y para la zona sur fluctuaron entre 0,01 – 0,25 ml m⁻³ y 1,43 – 131,30 mg m⁻³, respectivamente. Las mayores densidades fueron detectadas en junio 2003, abril y marzo 2004. La comunidad mostró diferencias significativas con respecto al tiempo relacionada con la surgencia costera; sin embargo, no hubo diferencias significativas espacialmente. La mayor densidad fue registrada en la zona norte (11,90 – 9669,45 ind m⁻³); estos resultados pueden ser debido a que estas estaciones están más lejos de la pluma del río Manzanares que las del sur. Se contabilizó un total de 24 grupos zooplanctónicos, dominando los copépodos (54 spp.), seguido de los cladóceros, quetognatos y apendicularios. Los meses de máxima biomasa y densidad zooplanctónica coincidieron con los periodos de fuerte intensidad de la surgencia, característica de la costa nororiental de Venezuela.

Palabras Claves: Zooplancton, biomasa, composición, surgencia, golfo de Cariaco.

Abstract: The biomass, density, and zooplankton composition of the Gulf of Cariaco were assessed from May 2003 to March 2004. The samples were collected with a Bongo net at depths of between 0 and 25 m in ten stations within the gulf: five on the Pariche-Manicuare continental shelf (north zone), and five on the Cumaná – El Peñón continental shelf (south zone). The volume displaced and the dry weight for the north zone varied between 0.01 - 0.081 mL m⁻³ and 1.53 - 178.64 mg m⁻³, respectively; whereas those for the south zone varied between 0.01 – 0.25 mL m⁻³ and 1.43 – 131.30 mg m⁻³, respectively. The highest densities were detected in June 2003 and March and April 2004. The community revealed significant differences relative to the duration of the coastal upwelling. There were, however, no significant spatial differences. The highest density was registered to the north (11.90 – 9669.45 ind. m⁻³), most likely because the stations there are located farther away from the Manzanares River plume than those to the south. Twenty-four zooplankton groups were recorded, copepods dominating with 54 species, followed by cladocans, chaetognaths, and appendicularians. The months of maximum biomass and zooplankton density coincided with the periods of strong upwelling activity, so characteristic of the northeastern coast of Venezuela.

Keywords: Zooplankton, biomass, composition, upwelling, gulf of Cariaco.

INTRODUCCIÓN

La composición y distribución espacial del zooplancton en la zona costera está modulada principalmente por el patrón de circulación (tanto local como regional) y por procesos oceanográficos multiescalares que determinan las características físicas-químicas-biológicas de la columna de agua (PARSONS *et al.* 1984; MULLIN 1993; GIRALDO & GUTIÉRREZ 2007). En este contexto, el

zooplancton marino sirve como enlace en las cadenas alimentarias pelágicas, ya que al estar ubicados en un nivel secundario, transfiere la energía de la productividad primaria a los niveles superiores (GONZÁLEZ 1988). Por lo tanto, los trabajos de investigación sobre este grupo adquieren relevancia debido a su papel en la productividad local, delimitando las rutas de transferencia energética y por ende la biomasa secundaria potencial de un área (FRANKE *et al.* 2005).

En zonas de alta productividad pesquera, el plancton en general es muy abundante y el conocimiento de la composición y distribución de sus componentes (fitoplancton y zooplancton) constituye una información básica que permite su utilización como indicadores de alimento disponible, e incluso el estudio de la trama trófica más simple requiere del conocimiento de la productividad y transferencia de la energía mediada por estos organismos (PARSONS *et al.* 1984). Para su estudio general, el zooplancton puede ser definido por la composición y abundancia relativa de los taxa constitutivos, llegando incluso a estar asociado a regímenes hidrográficos o masas de agua característicos (CLARK *et al.* 2001). La abundancia zooplanctónica en aguas costeras es regulada por una variedad de factores biológicos y físicos; en las poblaciones zooplanctónicas, estos factores pueden producir fluctuaciones en la abundancia y en las estructuras de sus comunidades. La surgencia costera regional y los patrones de lluvia parecen jugar un papel importante en el control de los patrones de producción primaria en aguas venezolanas nororientales y así pueden influir en la abundancia y distribución del zooplancton. La surgencia estacional refuerza la productividad biológica periódicamente en la región (FUKUOKA 1965). La lluvia, la descarga de los ríos y sus patrones asociados de salinidad, unido a las condiciones hidrográficas del golfo, pueden influir en los procesos de producción de biomasa zooplanctónica e indirectamente en los procesos de reclutamiento ícticos (FOGARTY 1992; MARÍN & DODSON 2000).

El golfo de Cariaco, ubicado en la costa oriental de Venezuela, es uno de los ecosistemas costeros favorecidos por procesos de surgencia costera, durante los cuales la abundancia y biomasa planctónica se incrementan, originando así una zona fértil con un gran potencial pesquero. Los estudios sobre el zooplancton se han llevado a cabo principalmente en la región nororiental del país, especialmente en el golfo y fosa de Cariaco, donde destacan los estudios sobre abundancia, composición relativa y biomasa del zooplancton (LEGARÉ 1961, 1964; ZOPPI 1961; BASTARDO 1975; BAGDO 1977, UROSA 1978); abundancia y distribución de quetognatos (LEGARÉ & ZOPPI 1961); foraminíferos planctónicos (BERMÚDEZ 1961; DE MIRO & MARVAL 1967); distribución y abundancia de copépodos planctónicos (CERVIGÓN 1962; INFANTE & UROSA 1986); análisis del zooplancton de la cuenca Tuy-Cariaco y de la zona norte de la península de Araya (UROSA 1983; FLORES 1992) y distribución del zooplancton en la ensenada de la

Guardia, Isla de Margarita (ZABALA 1992). Más tarde, PEÑUELA (2000) realizó un análisis cuantitativo y cualitativo del zooplancton superficial en la cuenca de Cariaco. FIGUEROA (2002) y MARÍN *et al.* (2004) realizaron un estudio sobre la distribución vertical y abundancia estacional del microzooplancton en la localidad de Turpialito, golfo de Cariaco. MÁRQUEZ *et al.* (2006) realizaron una recopilación de los trabajos sobre zooplancton en el golfo de Cariaco. MARCANO (2007) y MORALES (2008) estudiaron la comunidad zooplanctónica en dos localidades de dicho golfo.

Por lo antes expuesto, para la realización de esta investigación se escogieron las dos plataformas que se encuentran en la entrada del golfo de Cariaco; la primera ubicada frente a la localidad de Pariche-Manicuaire, netamente marina y se conecta con el área costera adyacente y la segunda es una zona somera frente a la localidad del Peñón correspondiente a una zona estuarina (desembocadura alterna del río Manzanares), la cual previamente ha sido considerada como sitio de cría de huevos y larvas de peces (RAMÍREZ & HUQ 1986). En ellas se estudió la densidad y biomasa mesozooplanctónica, se identificaron los principales grupos zooplanctónicos, así como su relación con los factores ambientales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El golfo de Cariaco, está situado en la región nororiental de Venezuela, entre los 10° 25' 00'' - 10° 35' 20'' Lat. N y los 64° 13' 40' y 63° 39' 50'' Long. W (CARABALLO, 1982). Presenta comunicación con el mar Caribe a través de una boca de anchura aproximada de 5 y 5,5 km. Sus dimensiones de largo y ancho son aproximadamente 62 km y 15 km respectivamente, con una profundidad promedio de 50 m y una máxima de 90 m (OKUDA *et al.* 1978). Presenta tres plataformas someras (0-30 m) (CARABALLO 1982), dos ubicadas a la entrada del golfo: una en la costa noroeste, Pariche-Manicuaire y la otra en la costa suroeste, que comprende la zona Cumaná - El Peñón y la tercera situada hacia el saco del golfo de Cariaco (Fig. 1).

Las condiciones hidrográficas y químicas del golfo de Cariaco están influenciadas principalmente por las variaciones de la surgencia costera, la cual está íntimamente relacionada con el régimen de los vientos. Vientos prevalecientes del E-NE generan la salida de las aguas superficiales y la entrada de aguas subsuperficiales

de la fosa de Cariaco a las capas más profundas e intermedias del golfo (OKUDA 1982). La influencia de la descarga fluvial en las condiciones hidroquímicas en el golfo parece ser de poca importancia, debido al hecho de que las aguas vertidas desde el río Manzanares pueden ser trasladadas fuera del golfo, por lo vientos predominantes en dirección E-NE. No obstante, algunos pequeños riachuelos también desaguan en el golfo, pero no con cantidades apreciables para afectar las condiciones hidroquímicas (OKUDA 1982; CARABALLO 1982).

De Campo

La toma de muestras se realizó en 10 estaciones del golfo de Cariaco (Fig. 1), cinco extendidas en la plataforma Pariche-Manicuare (Zona norte) y cinco en la plataforma Cumaná - El Peñón (Zona sur), durante mayo, junio, julio, agosto, diciembre de 2003 y enero, febrero y marzo de 2004. Se efectuaron calados desde una embarcación utilizando una red tipo Bongo (BOLTOWSKOY 1981), dotada de un flujómetro en la boca de la red para determinar el volumen de agua filtrada. Para este estudio se utilizaron las muestras del mesozooplancton (300 mm; OMORI & IKEDA 1992). El calado se realizó de manera oblicua, a una velocidad de 2 nudos durante 15 min, desde 25 m hasta la superficie. El material biológico recolectado se vació en envases plásticos previamente identificados y se fijaron con formaldehído al

4%. Posteriormente fueron trasladados al laboratorio de zooplancton del Instituto Oceanográfico de Venezuela. Cada muestra se homogeneizó y se dividió en dos porciones iguales por medio de un separador de Folsom (McEVEN *et al.* 1954), una porción se utilizó para estudiar la estructura de la comunidad del zooplancton y la otra para los análisis de biomasa volumétrica (desplazada) y gravimétrica (peso seco), siguiendo la metodología detallada en BEERS (1981) y POSTEL *et al.* (2000).

Se midió la temperatura y la salinidad superficial, en cada estación, por medio de una sonda multiparamétrica (YSI-85). Igualmente, se analizaron las variables climáticas suministradas por el departamento de Oceanografía del I.O.V a través de la estación metereológica Los Botones, Guacarapo, golfo de Cariaco y por el Servicio Meteorológico de la Fuerza Armada Nacional del Aeropuerto Antonio José de Sucre para realizar los cálculos del índice de surgencia (BOWDEN 1983).

De Laboratorio

Para la ubicación taxonómica de los organismos, se tomaron tres alícuotas de 2 ml y se procedió a la identificación y cómputo de los organismos, utilizando textos básicos para la identificación del zooplancton, como SMITH (1977), TREGOUBOFF & ROSE (1978), BOLTOWSKOY (1981,

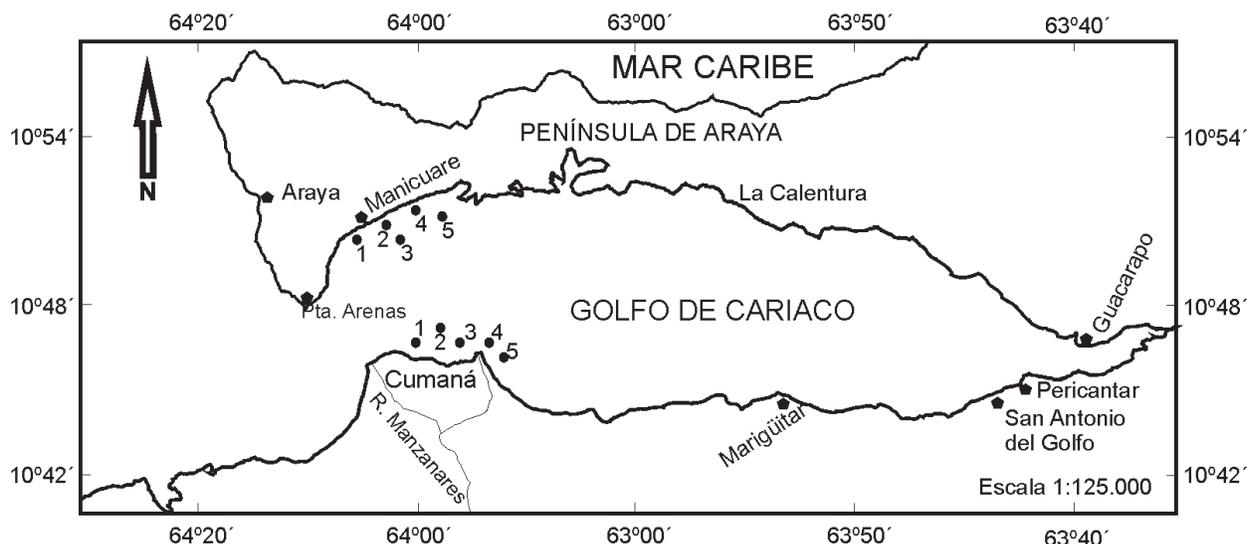


Fig. 1.- Mapa del golfo de Cariaco donde se muestran las tres plataformas someras (0-30 m): (A) Plataforma Pariche-Manicuare, (B) Plataforma Caigüire-El Peñón y (C) Saco del golfo. En la plataforma Pariche-Manicuare (A) y en la plataforma Cumaná -El Peñón (B) se ubican las estaciones de muestreo del presente estudio.

1999), CAMPOS & SUÁREZ (1994), GASCA & SUÁREZ (1996). Los datos fueron estandarizados a N° de organismos por m³ y ml de volumen desplazado por m³ o mg de biomasa expresada en g. peso seco. m⁻³.

Análisis Estadísticos

Para detectar diferencias temporales y espaciales de las variables se utilizó un análisis no paramétrico propuesto por Kruskal-Wallis (BOYER *et al.* 1997); como variables independientes se utilizaron los meses y las estaciones y las dependientes las variables bióticas y abióticas. Se utilizó un nivel de significancia de $\alpha=0,05$ (MONTGOMERY 1997). Los resultados fueron graficados en diagramas de caja y bigotes (boxplot) para proporcionar una mejor representación visual de los análisis. Para establecer estructuras de correlación se utilizó un análisis de datos descriptivos, componentes principales; en este análisis se seleccionaron las variables más importantes y posteriormente se usaron gráficos biplot (JOHNSON & WICHERN 1992). El criterio de selección de los componentes fue el de Kaiser, que incluye sólo aquéllos cuyos valores propios son superiores al promedio. Como los componentes principales fueron generados vía matriz de correlación, se tomaron en cuenta los componentes cuyos valores propios fueron mayores a 1 (MARDIA *et al.* 1979; PLA 1986). Todas las pruebas se realizaron con el programa estadístico Statgraphics plus para Windows versión 4.1.

RESULTADOS

Aspectos abióticos

En general, en la zona norte, la temperatura fluctuó entre 24,9 y 26,8 °C, mientras que en la zona sur osciló entre 24,6 y 28,4 °C (Fig. 2A y B). En ambas zonas, se presentó un aumento progresivo de la temperatura, durante junio, julio y agosto de 2003 con una gran variabilidad en el intervalo de ésta; encontrándose la media más baja (25,2 °C) en la zona norte en junio de 2003 y 25,7 °C en la otra zona y la más alta en agosto (26,9 °C y 27,7 °C, respectivamente) (Fig. 2A y B). Luego en diciembre de 2003 y enero de 2004 en ambas zonas se registraron valores de 25,0 °C en la zona norte y 25,8 °C para la zona sur; sin embargo, en marzo de 2004 se registraron las temperaturas más bajas del estudio, con una media de 24,4 °C y 24,6 °C para la zona norte y sur, respectivamente (Fig. 2A y B). Durante abril de 2004 se registró un aumento considerable de la temperatura en ambas plataformas, registrándose diferencias apreciables entre las dos plataformas (≈ 2 °C), alcanzando

valores de 26,0 °C para la zona norte y 28,4 °C para la zona sur (Fig. 2A y B). En ambas zonas se registraron diferencias significativas entre los meses (KW= 29,54, zona norte; KW= 35,44, zona sur; $p < 0,05$); sin embargo, entre las zonas no se encontró diferencias significativas (KW=2,65; $p > 0,05$).

La salinidad presentó poca variabilidad, con una media de 37,4 en la zona norte y de 38 en la zona sur; sin embargo, se registraron diferencias significativas entre los meses en ambas zonas (KW= 24,13; $p < 0,05$ zona norte; KW= 24,12; $p < 0,05$ zona sur). En la zona sur se pudo observar amplia variabilidad, donde el mínimo correspondió a un valor de 10, mientras que en la zona norte, la variación fue menor de 32 a 38 (Fig. 2C y D). En marzo de 2004 hubo un descenso significativo, registrándose el menor valor de esta variable, con estimaciones de 33,03 y 32,74 para la zona norte y sur, respectivamente (Fig. 2C y D). Esta variable tampoco registró diferencias significativas entre las dos zonas (KW=1,89; $p > 0,05$).

La transparencia, en la zona norte, exhibió valores entre 4 y 20 m, mientras que la zona sur registró valores más amplios, con oscilaciones entre 0 – 17 m (Fig. 2E y F). En ambas zonas no se hallaron diferencias significativas entre los meses (KW= 3,12; $p > 0,05$ zona norte; KW= 9,02; $p > 0,05$ zona sur; Fig. 2E y F), así como tampoco entre las dos zonas (KW=2,42; $p > 0,05$).

Al inicio del estudio, en mayo y junio de 2003 se registraron valores relativamente altos del índice de surgencia (IS) con valores de 35,80 y 27,62 m³ s⁻¹ 100 m, respectivamente. Posteriormente, julio y agosto de 2003 registraron valores bajos (0,53 y 0,51 m³ s⁻¹ 100 m, consecutivamente). Luego se pudo observar que los vientos se mantuvieron por períodos continuos de tiempo generando un mayor aumento de este índice, tal como revelan los altos valores del IS que se presentaron a partir de enero (15,45 m³ s⁻¹ 100 m), marzo (38,76 m³ s⁻¹ 100 m) y abril (42,14 m³ s⁻¹ 100 m) (Fig. 3).

Aspectos bióticos

Los valores de volumen desplazado registrados, en la zona norte, oscilaron entre 0,01 – 0,81 ml m⁻³, correspondiendo el valor más bajo (0,01 ml m⁻³) a agosto de 2003 y el máximo volumen (0,81 ml m⁻³) en abril de 2004, ambas en la estación 3 (Fig. 4A). Se observó un aumento de los valores de volumen desplazado a partir de enero de 2004, para alcanzar sus valores

máximos en la gran mayoría de las estaciones, en abril de 2004. Se registraron diferencias significativas entre los meses (KW=22,61; $p < 0,05$; Fig. 4A) y no entre las estaciones. El volumen desplazado para la zona sur fluctuó entre 0,01 y 0,25 ml m^{-3} , registrándose el valor más bajo (0,01 ml m^{-3}) en julio de 2003 en la estación 1 y el valor más alto (0,25 ml m^{-3}) en agosto de 2003 en la estación 2 (Fig. 4B). En esta zona, al igual que la zona norte, solamente se hallaron diferencias significativas entre los meses (KW=18,03; $p < 0,05$; Fig. 4B).

La biomasa zooplanctónica, expresada en peso seco, en la zona norte, osciló entre 1,53 y 178,64 mg m^{-3} , correspondiendo el valor más bajo de 1,53 mg m^{-3} a la estación 1, en julio 2003 y el máximo en abril 2004, en la estación 3 (Fig. 4C). En esta zona se registraron diferencias significativas entre los meses (KW= 27,24; $p < 0,05$; Fig. 4C), mientras que por estaciones no se observaron diferencias (KW= 0,46; $p > 0,05$). En la zona sur, los valores de peso seco fluctuaron entre 1,43 y 131,30 mg m^{-3} ,

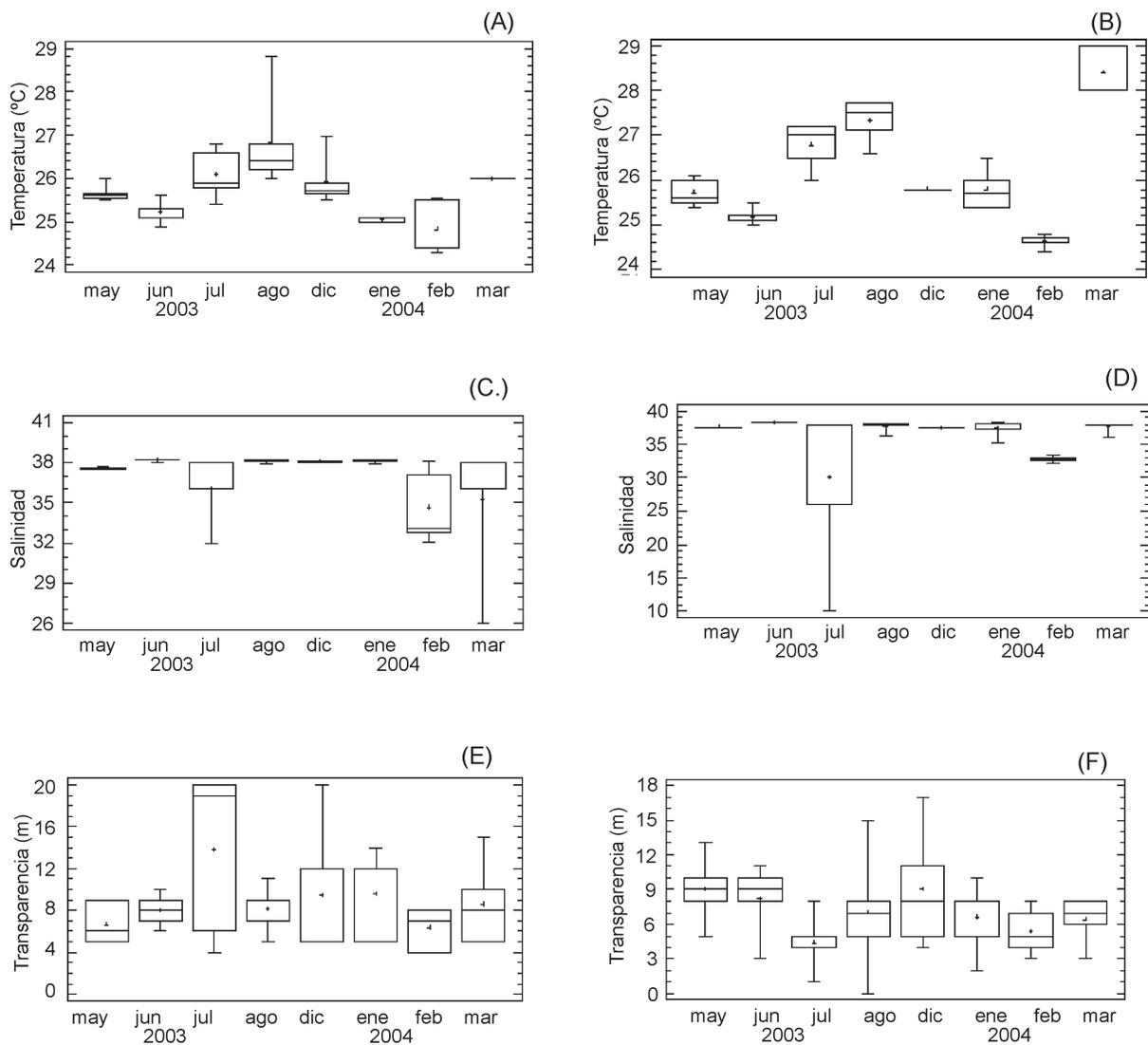


Fig. 2.- Variación de la temperatura (A), salinidad (C) y transparencia (E) en la plataforma Pariche-Manicuare (zona norte) y variación de la temperatura (B), salinidad (D) y transparencia (F) en la plataforma Caigüiré-El Peñón (zona sur) del golfo de Cariaco.

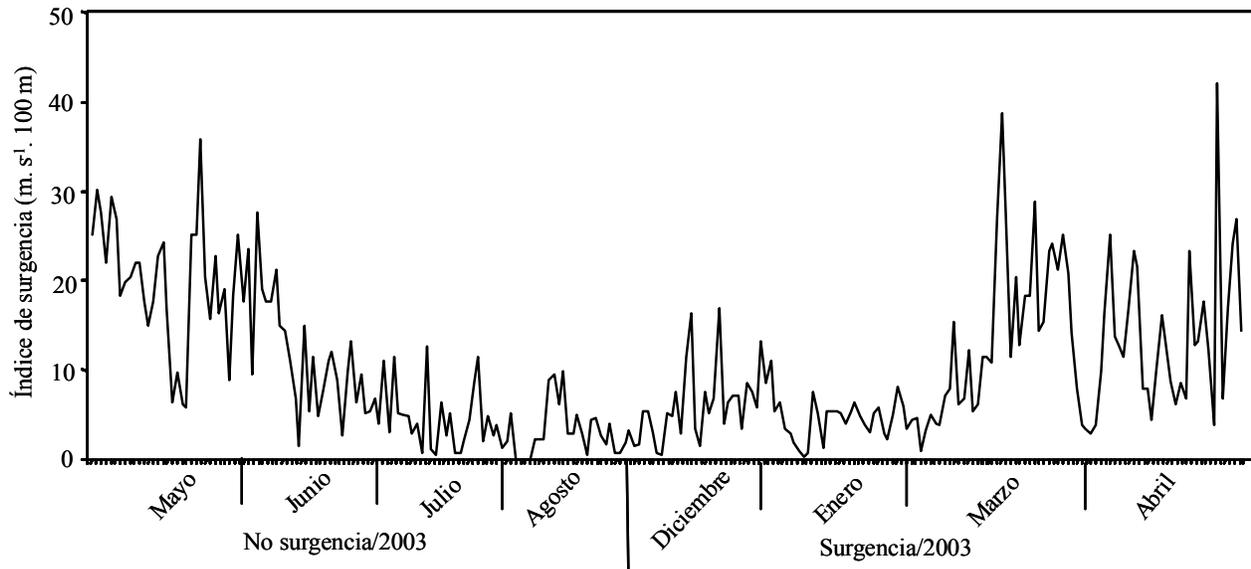


Fig. 3. Variación mensual del índice de surgencia ($\text{m}^3\text{S}^{-1} 100 \text{ m}$) del Golfo de Cariaco, durante los meses de muestreos.

observándose el valor más bajo en diciembre de 2003 y el más alto ($131,30 \text{ mg m}^{-3}$) en agosto 2003, ambos en la estación 1 (Fig. 4D). A diferencia de la zona norte, se registraron diferencias significativas por estaciones ($\text{KW}=12,19$; $p<0,05$; Fig. 4D).

Los valores de densidad zooplanctónica en la zona norte, fluctuaron entre $11,90$ y $9669,45 \text{ ind m}^{-3}$ (Tabla 1 y 2). El valor menor ($11,90 \text{ ind m}^{-3}$) se halló en agosto de 2003 y el valor más alto ($9669,45 \text{ ind m}^{-3}$) se registró en abril de 2004, ambos en la estación 3 (Fig. 5 y 6A). Tanto para los meses como para las estaciones se hallaron diferencias significativas ($\text{KW}=17,44$ y $\text{KW}=9,49$; $p<0,05$, respectivamente, Fig. 5, 6, 7). En la zona sur, los valores de densidad fueron mucho más bajos que en la zona norte, oscilando entre $4,50$ y 676 ind m^{-3} (Tabla 1 y 2); el valor más bajo ($4,50 \text{ ind m}^{-3}$) se obtuvo en enero de 2004, en la estación 3, y la mayor densidad (676 ind m^{-3}) en agosto 2003 en la estación 3 (Fig. 7). Para esta zona, solamente se registraron diferencias significativas entre los meses ($\text{KW}= 20,12$ $p<0,05$; Fig. 6 y 7).

Se identificaron 24 grupos zooplanctónicos (Tabla 1 y 2), 13 correspondieron a organismos holoplanctónicos y el resto a meroplanctónicos. Los copépodos fueron el grupo más abundante para ambas zonas; particularmente en la zona norte, siendo más numerosos en las estaciones 2, 3, 4 y 5 en abril 2004, estación 5 de enero de 2004 y en

todas las estaciones muestreadas en junio de 2003. La zona sur registró las máximas abundancias en las estaciones 1 y 3 de marzo de 2004, estación 1 de abril de 2004 y en todas las estaciones de junio de 2003. Se identificaron 54 especies de copépodos pelágicos, 29 de ellos pertenecen al Orden Calanoida, 20 al Orden Poecilostomatoida, cuatro al Orden Cyclopoida y solamente uno al Orden Harpacticoida. El Orden Calanoida constituyó el mayor número de individuos, promediando aproximadamente el 83,84 % en la zona norte y el 91,64% en la zona sur de todos los copépodos. Los poecilostomatoides alcanzaron el segundo lugar con 14,44% para la zona norte y el 6,39% para la otra zona; los ciclopoideos obtuvieron un 1,53% y 1,94% en la zona norte y sur, respectivamente, y los harpacticoides sólo alcanzaron un 0,19% para la zona norte y 0,03% en la otra. Los copépodos calanoides, *Temora turbinata*, *Paracalanus quasimodo* y *Acartia (Acanthacartia) tonsa*, fueron los más abundantes en ambas zonas. También se registraron importantes poblaciones de *Temora stylifera*, *Clausocalanus arcuicornis*, *C. furcatus* y el poecilostomatoide *Oncaea confiera* en la zona norte, mientras que en la otra zona fueron abundantes *Centropages velificatus*, *Paracalanus aculeatus* y *Corycaeus (Ditrichocorycaeus) amazonicus*.

Los cladóceros constituyeron el segundo grupo holoplanctónico más abundante para ambas zonas;

principalmente presentaron sus valores más altos en junio y agosto de 2003 y abril de 2004 en las dos zonas (Tabla 1), siendo *Pseudoevadne tergestina* y *Penilia avirostris* las principales del grupo.

Otros componentes abundantes del holoplancton fueron los quetognatos, apendicularias, sifonóforos, radiolarios y foraminíferos (Tabla 1). Dentro de los apendiculados se identificó a *Oikopleura dioica*, *Oikopleura rufescens* y *Oikopleura longicauda*, principalmente en junio y diciembre de 2003 y abril de 2004 en ambas zonas. Los quetognatos *Flaccisagitta enflata* y *Sagitta tenuis* fueron principalmente abundantes en la zona norte, durante enero y abril de 2004. Con respecto a los sifonóforos, las especies con mayor frecuencia en la zona sur fueron *Muggiaea kochi* y *Diphyes dispar*, mientras que para la zona norte fueron *M. kochi* y *D. bojani*.

Los radiolarios presentaron sus valores más altos en junio de 2003 y marzo de 2004 en la zona sur, y en abril de 2004 en la zona norte (Tabla 1). Los foraminíferos, aunque menos abundantes, también presentaron pequeños incrementos durante junio de 2003 y abril de 2004 (Tabla 1).

Dentro del meroplancton se identificaron a las larvas de crustáceos, los cirripedos, las larvas y huevos de peces, larvas de anélidos, equinodermos (Tabla 2). Las larvas de crustáceos fueron las más importantes, en términos de

densidad, registrando valores de 167,6 ind m⁻³ para la zona norte y 111,13 ind m⁻³ en el sur. Otras formas larvales que también presentaron valores relativamente altos fueron los cirripedios (135,4 y 14,03 ind m⁻³ en la zona norte y sur, respectivamente) y los huevos de peces (149,6 y 15,33 ind m⁻³ en la zona norte y sur, consecutivamente) (Tabla 2).

El Análisis de Componentes Principales (ACP) con 40 casos completos para cada zona, incluyó las variables: densidad, volumen desplazado, peso seco, temperatura, salinidad, transparencia y surgencia. El ACP para la zona norte mostró en los tres primeros componentes una variancia acumulada del 84,1% (Tabla 3). Al observar los pesos del componente principal se observó claramente correlaciones positivas entre la biomasa (vol. desplazado y peso seco) y la densidad zooplanctónica en relación inversa con la salinidad (aporte fluvial) (Fig. 6A; Tabla 4). No obstante, el peso del segundo componente mostró una relación significativa y positiva entre la temperatura y la transparencia opuesta con la surgencia (Fig. 6A; Tabla 4). En la zona sur, en los tres primeros componentes se obtuvo como resultado el 63,05% de la variancia total (Tabla 3). En el primer componente se observó correlaciones positivas entre la transparencia y la surgencia en relación inversa con la temperatura (Fig. 6B; Tabla 4). En el segundo componente, las variables correlacionadas positivamente fueron la densidad y la salinidad (Fig. 6B; Tabla 4).

TABLA 1. Densidad mensual (ind.m⁻³) promedio de los principales grupos holoplanctónicos del golfo de Cariaco (Zona Norte: Pariche-Manicuare y Zona Sur: Cumaná-El Peñón).

Holoplancton	May		Jun-03		Jul		Ago		Dic		Ene-04		Mar		Abr	
Zona	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
Copépodos	13,4	36,3	1167,4	1905,3	174,6	77,3	119,	75,3	759,3	125,3	2127,1	32,7	1066	6834,8	425,3	
Cladóceros	29,0	35,3	1085,4	947,0	328,4	13,3	303,	579,7	45,4	63,7	78,4	15,7	722,3	1380,8	931,3	
Quetognatos	4,6	0,7	4,8	65,0	0,85		6,4	1,0	21,3	3,0	111,2	2,3	1,7	215,4	4,3	
Pterópodos	0,7								20,3	5,3	1,9					1,0
Foraminíferos	2,3	6,0	55,2	239	2,4		13,8		34,7		25,2	1,0			91,6	
Anfípodos			0,3		0,5		0,7		13,2		8,3				5,6	2,3
Sifonóforos	3,1	5,7	0,6					0,7	13,6	6,0	2,3				79,9	15,3
Apendicularias		3,3	22,7	63,3	4,8	5,3	25,4	1,3	260,1	50,7	86,8	2,0	3,0	103,8	19,7	
Medusas		2,0		16,0	1,9	3,7	5,6	3,3		3,0	1,3			48,9		
Doliolidos				1,3						9,0	6,2					
Radiolarios	1,5	1,0	0,5	819,3		1,3		1,0	22,2	10,0	26,8	4,3	621,7	902,3	0,7	
Tintinidos					0,4		11,9	0,7		1,0	1,5				6,3	6,3
Isópodos					0,3											
TOTAL	54,5	90,3	2336,9	4056,2	514,2	100,9	487	663	1190,1	277	2477	58	2414,7	9669,4	1406,2	

Tabla 2. Densidad mensual (ind.m⁻³) promedio de los principales grupos meroplanctónicos del Golfo de Cariaco (Zona Norte: Pariche-Manicuare y Zona Sur: Cumaná-El Peñón).

Meroplancton	May		Jun-03		Jul		Ago		Dic		Ene-04		Mar		Abr	
	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
Crustáceos	4,6	4,33	6,1	32,3	4,0	1,4	25,6	2,0	34,2	9,7	23,1	12,0	32,7	70,0	16,7	
larvas																
Poliquetos				1,7	0,7	1,7					1,9			7,3	1,00	
Equinodermos						0,4										
Peces larvas	1,54		2,02		1,0				24,2	1,00	11,2			5,6		
Peces huevos	13,8	4,0	10,4	4,33	5,5		6,1		12,6	2,0	20,9		6,0	80,3	3,0	
Gasterópodos	1,5			0,7		0,7			19,8							
Cirripedios			1,8	1,0		0,7	5,1	12,33	4,7		6,9			116,5		
Bivalvos			3,6		0,3						5,9	0,7	1,3	2,7		
Bryozoarios											0,77					7,3
Larva							3,1				1,9			7,0		
Tadpole																
Plánulas de coral									13,2							
TOTAL	21,4	8,3	23,9	40,0	11,9	4,5	39,9	14,3	108,7	12,7	72,57	12,7	40	289,4	28	

DISCUSIÓN

Ciertas investigaciones sobre los patrones de distribución espacial del plancton han mostrado que aun cuando los muestreos sean realizados bajo condiciones técnicas óptimas (tipos de redes adecuadas dependiendo de los objetivos del trabajo, velocidad de arrastre óptima, fijación o preservación de la muestra apropiada, identificación taxonómica confiable, etc.) hay variaciones muy importantes en las estimaciones de abundancia, que dificultan la interpretación de los datos (JIMÉNEZ-PÉREZ, 1989). Los resultados obtenidos en esta investigación mostraron que la variabilidad espacial del zooplancton, en ambas zonas, no fue significativa, mientras que la variabilidad temporal sí lo fue. Lo que sugiere que las principales fuentes de la variabilidad del zooplancton del golfo de Cariaco fueron procesos de naturaleza temporal. Existen indicios en los datos que sugieren que el aporte de agua dulce (río Manzanares) y la influencia de eventos de surgencia costera, en las dos zonas, fueron los principales procesos que originaron las variaciones temporales del zooplancton, pues la detección de valores altos de biomasa y densidad de zooplancton en marzo y abril de 2004, concuerda con reportes de la presencia de aguas de surgencia costera estacional en el golfo de Cariaco (OKUDA *et al.*, 1978; FERRAZ-REYES 1983; GÓMEZ 1996), coincidiendo con los menores registros de temperatura (< 25 °C), alta salinidad (> 37,5), valores altos del índice de surgencia

(38,76 m³ s⁻¹ 100 m) y de velocidad del viento (> 5,91 m s⁻¹). GRIFFITHS & SIMPSON (1972), OKUDA *et al.* (1978), FERRAZ-REYES (1983) y GÓMEZ (1996) confirmaron la gran incidencia de este fenómeno sobre las poblaciones planctónicas.

También es notable señalar, que durante junio 2003 se presentaron los mayores valores de densidad, para ambas zonas, coincidiendo con el segundo pulso de surgencia o surgencia menor que ya ha sido señalado por otros autores (FUKUOKA, 1966; RUEDA, 2000; MARÍN *et al.* 2004). Sin embargo, los valores más altos de la biomasa zooplanctónica se registraron en agosto de 2003, y específicamente en la zona sur. Lo antes expuesto es corroborado con el trabajo de JONES & HENDERSON (1987), quienes establecen que la dinámica de la transferencia de energía en las comunidades y ecosistemas marinos, se desarrollan de manera secuencial, siendo primero las comunidades fitoplanctónicas, seguido de la fracción herbívora del zooplancton y por último los carnívoros zooplanctónicos, lo cual explicaría estos máximos en el mes de agosto de 2003. Adicionalmente, la ubicación de la zona norte, también influye en esta alta abundancia; al respecto, CARABALLO (1982) indicó que las aguas subsuperficiales cuando entran al golfo lo hacen en dirección SSW-NNE extendiéndose hasta las inmediaciones del área de Laguna Chica (costa norte), indicando que en esa zona hay un oleaje refractado, lo que hace que se concentre una mayor biomasa en esta zona.

Se sugiere a la temperatura como un parámetro indicador para la producción zooplanctónica en las dos zonas de estudio, ya que mostró una correlación significativa con la surgencia costera, la cual pudiera ser explicada por la entrada de aguas subsuperficiales de menor temperatura cargadas de nutrientes, provocando un aumento de los zooplanctobiontes. Otro dato predictivo que permite corroborar que la alta producción zooplanctónica se debe principalmente a los procesos de surgencia costera, es la presencia de organismos oceánicos y mesopelágicos hallados en las aguas superficiales de la plataforma, tales como son: *Claussocalanus furcatus*, *Temora stylifera*, *Corycaeus speciosus*, *Euterpina acutifrons*, foraminíferos, rotíferos, medusas y sifonóforos (SUÁREZ, 1992).

Los mayores registros de densidad zooplanctónica se hallaron en la zona norte, debido posiblemente a las

condiciones más estables de salinidad durante los meses de estudio, no ocurriendo lo mismo con la zona sur, donde se pudo observar una fuerte disminución de la salinidad, e incluso se registraron valores de 10 en la estación 5. Esta baja salinidad puede explicarse por la alta pluviosidad que se presentó en julio de 2003 y a la cercanía de la desembocadura del río Manzanares, cuyas aguas fluyen hacia esta plataforma (RAO Y UROSA 1974; MARTÍNEZ *et al.* 2001) ocasionando una disminución en la abundancia zooplanctónica. Los valores de densidad del zooplancton fueron similares a los reportados por JIMÉNEZ-PÉREZ (1989) y SUAREZ & GASCA (1996) para la bahía de Todos Santos y la Ascensión (México), respectivamente. No obstante, valores muchos más altos fueron registrados por ÁLVAREZ-CADENA *et al.* (2007) para el norte de Quintana Roo (México).

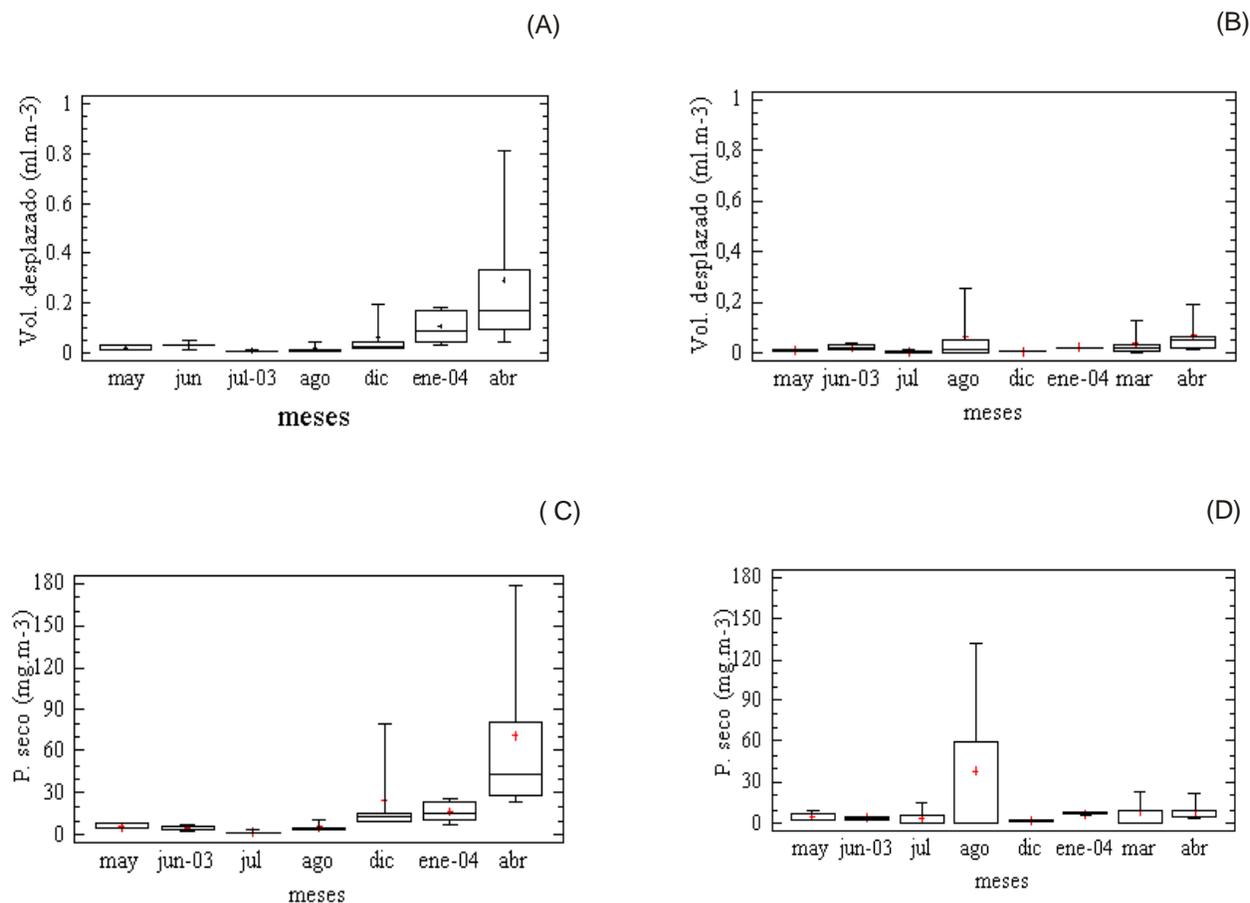


Fig. 4.- Variación mensual de la biomasa zooplanctónica expresada como volumen desplazado (A) y peso seco (C) de la plataforma Pariche-Manicuare (zona norte) y el volumen desplazado (B) y peso seco (D) de la plataforma Caigüiré-El Peñón (zona sur) del Golfo de Cariaco.

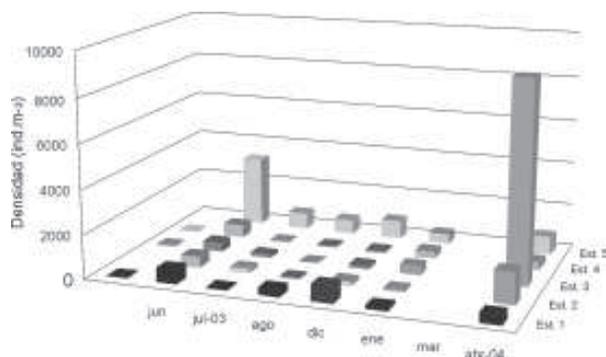


Fig. 5.- Variación mensual y estacional de la densidad (ind m⁻³) de la Plataforma Pariche Manicuaire (zona norte)

El análisis cuantitativo mostró que la biomasa de zooplancton (volumen desplazado) fue ligeramente más baja que la reportada por ZOPPI (1961) durante los meses de mayo y noviembre de 1960 (0,73 - 1,32 ml m⁻³); LEGARÉ (1961) (0,073 y 1,33 ml m⁻³); RAO & UROSA (1974) (0,02 - 0,32 ml m⁻³); BASTARDO (1975) y BAGDÓ (1977), (0,11 y 0,23 ml m⁻³ y 0,24 y 0,32 ml m⁻³, respectivamente) para el golfo de Cariaco. Asimismo ocurrió con el peso seco, RAO & UROSA (1974) registraron valores promedios de 21,79 mg m⁻³; BASTARDO (1975) realizó estimaciones entre 21,15 y 38,82 mg m⁻³ en la estación más profunda del golfo, durante los meses de septiembre a noviembre de 1973 y BAGDÓ (1977) señaló valores promedios de 15,40 mg m⁻³. Estas diferencias pudieran ser debidas a la dinámica de la comunidad del zooplancton, ya que existen variaciones en los ciclos biológicos de la poblaciones y fluctuaciones en el clima que pueden interferir en la biomasa zooplanctónica en un período de tiempo dado (BAGDÓ 1977).

Dentro del holoplancton, el nivel de abundancia y frecuencia de ocurrencia los copépodos, cladóceros, quetognatos y apendiculados fueron los grupos clave en la estructura de la comunidad zooplanctónica. Los copépodos y cladóceros conformaron el primer grupo funcional (LENZ 2000) y fueron más abundantes durante los meses de surgencia costera, y luego disminuyeron sus densidades durante los meses de relajación (OKUDA *et al.* 1978). En el caso de los quetognatos y apendiculados, no mostraron una estacionalidad bien marcada. El resto de los grupos zooplanctónicos no fue tan relevante como para modificar la estructura de la comunidad. Sin embargo, esto no quiere decir que los grupos menos abundantes como larvas de crustáceos, radiolarios, foraminíferos, larvas de cirrípedos sean poco importantes en la comunidad, ya que al igual que los más numerosos, realizan la transferencia

de energía en la red pelágica marina (ESCAMILLA *et al.* 2001; TURNER 2004; HERNÁNDEZ-TRUJILLO *et al.* 2010).

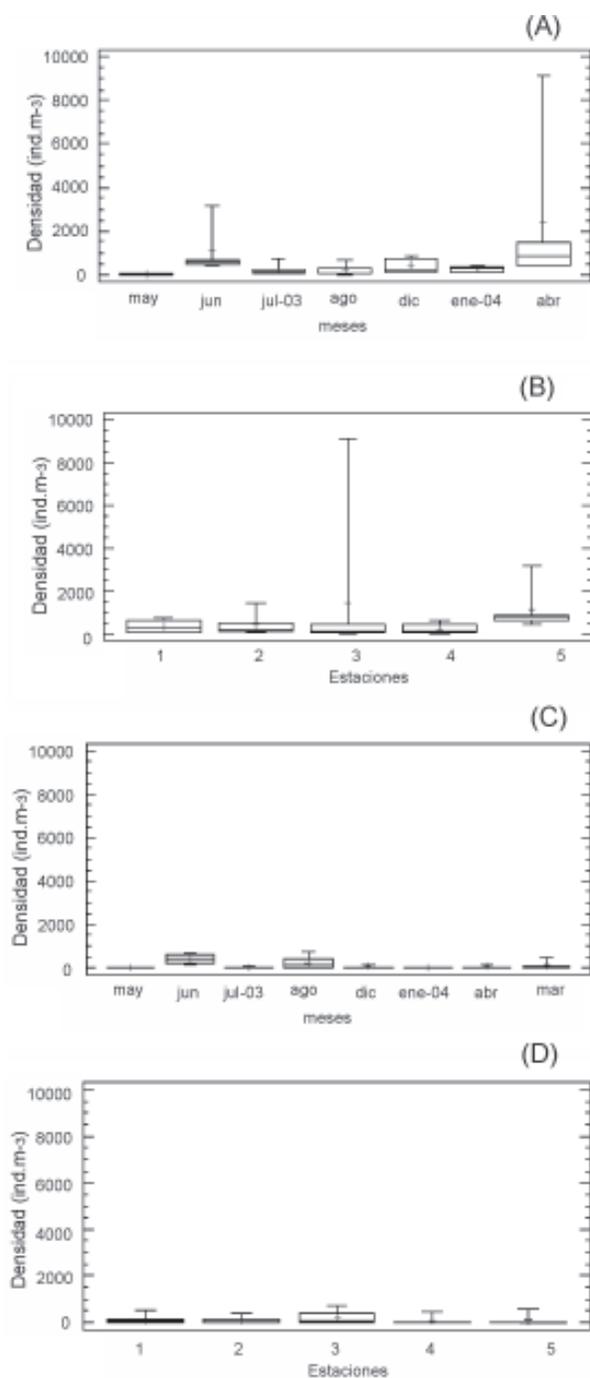


Fig. 6.- Variación mensual y estacional de la densidad (ind m⁻³) (A y B) plataforma Pariche Manicuaire y (C y D) plataforma Caiguire el Peñón.

TABLA 3.- Porcentaje de variación de los tres primeros componentes del Análisis de Componentes Principales en la zona norte y sur del golfo de Cariaco, Venezuela.

Zona	Componente	Valores propios	% de Variación	% Acumulado
Norte	C-1	3,48	49,77	49,77
	C-2	1,35	19,24	69,01
	C-3	1,05	15,07	84,09
Sur	C-1	1,78	25,42	25,42
	C-2	1,53	21,93	47,34
	C-3	1,09	15,71	63,05

Los copépodos, desde el estadio naupliar hasta el adulto, constituyen el alimento típico de la mayoría de las larvas de peces, por lo que cumplen un importante papel en la transformación de la materia orgánica originada en el fitoplancton. Usualmente, este grupo constituye entre 70 y 80% de la fauna planctónica (ESCAMILLA *et al.* 2001; SHIMODE *et al.* 2006). En el golfo de Cariaco, LEGARÉ & ZOPPI (1961) señalaron a los copépodos como el grupo más abundante del zooplancton, representando un 64% de todos los organismos contados. ZOPPI (1961, 1977), al igual que en este trabajo, encontró la mayor abundancia de copépodos en el mes de abril con una dominancia casi absoluta (98%), señalando que los copépodos son el grupo de organismos más numeroso e importante del zooplancton marino del golfo de Cariaco.

Dentro de los copépodos calanoides, *T. turbinata* resultó ser la especie más abundante y dominante en las dos zonas. *A. tonsa* fue la segunda especie más abundante en la zona sur, la cual presentó amplios intervalos de variación de salinidad, por la descarga del río Manzanares, influyendo posiblemente en las bajas densidades y número de especies de copépodos registrados en esta plataforma;

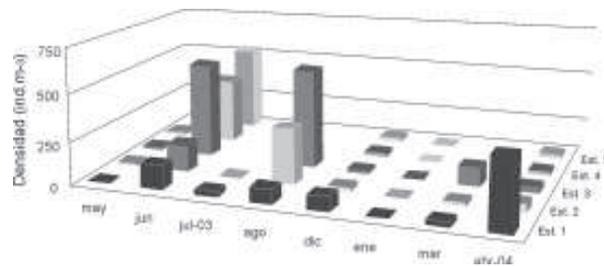


Fig. 7.- Variación mensual y estacional de la densidad (ind m⁻³) de la plataforma Caiguire el Peñón.

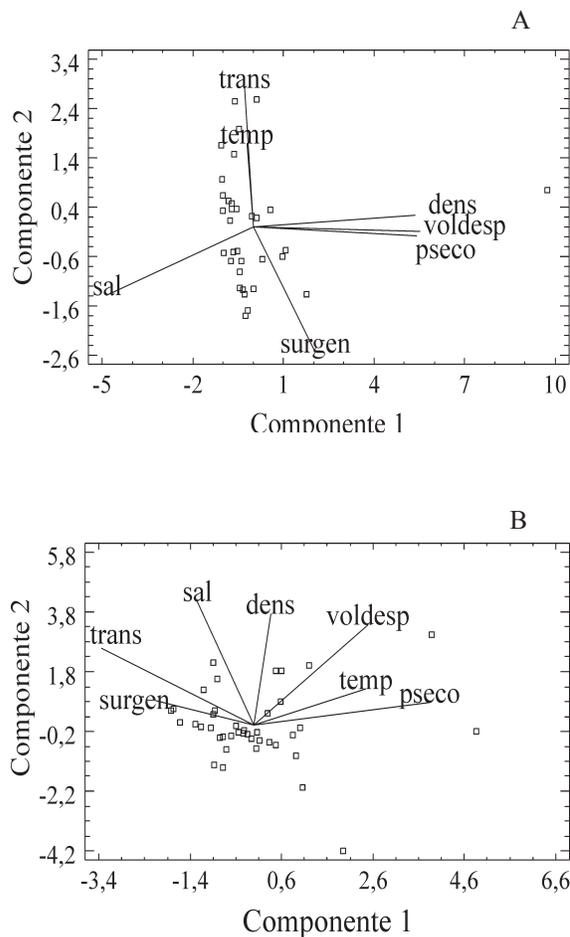


Fig. 8.- Proyección ortogonal (Biplot) de los dos primeros componentes de las variables bióticas y abióticas, (A) de la plataforma Pariche-Manicuare (zona norte) y (B) de la plataforma Caiguiré-El Peñón (zona sur) del golfo de Cariaco.

posteriormente le siguió *P. quasimodo*, observándose en mayor cantidad en los meses de junio 2003 y abril 2004. CERVIGÓN & MARCANO (1965) y ESPINOZA (1977) señalaron a esta especie como característica de los niveles superficiales de la columna de agua, donde hay mayor abundancia de fitoplancton y pequeñas diatomeas, las cuales constituyen su dieta principal. La cuarta especie en orden de abundancia fue *C. furcatus*, la cual se encontró en mayor proporción de junio y diciembre 2003 en ambas plataformas. ZOPPI (1977) señaló a ésta especie como epiplanctónica, lo que nos hace suponer que su presencia en aguas superficiales se debe a los fenómenos de advección que se extienden y alcanzan esta zona. Por su parte, SUÁREZ (1992) sugiere que la frecuente presencia en

TABLA 4.- Correlaciones de las variables bióticas y abióticas de los tres primeros componentes de la zona norte y sur del golfo de Cariaco, Venezuela.

Zona	VARIABLES	Componente I	Componente II	Componente III
Norte	Densidad	0,50	0,05	-0,02
	Peso seco	0,50	-0,04	0,13
	Salinidad	-0,45	-0,31	0,11
	Surgencia	0,19	-0,58	-0,17
	Temperatura	-0,02	0,38	0,79
	Transparencia	-0,03	0,64	-0,56
	Vol.desplazado	0,51	-0,02	0,05
Sur	Densidad	-0,06	0,52	-0,35
	Peso seco	-0,58	0,10	-0,07
	Salinidad	0,19	0,58	0,33
	Surgencia	0,32	0,11	-0,50
	Temperatura	-0,37	0,17	0,59
	Transparencia	0,50	0,36	0,27
	Vol.desplazado	-0,37	0,47	-0,31

las aguas venezolanas de las especies *C. furcatus*, *T. turbinata* y *P. quasimodo*, se debe a una gran afinidad de estas especies con las aguas cálidas tropicales, típicas de la región. Estas especies también fueron señaladas para el mar Caribe por CERVIGÓN (1962), OWRE & FOYO (1967; 1972), MICHEL & FOYO (1976) y SUÁREZ & GASCA (1989).

Oithona setigera y *O. plumifera* fueron los cyclopoides más abundantes. Estas especies forman parte de un grupo de organismos de pequeño tamaño, considerados dentro del segundo nivel trófico y generalmente vinculados a las capas superficiales (ESPINOZA 1977). Dentro de los Poecilostomatoida, el género *Corycaeus* fue el más abundante para ambas zonas; las especies más abundantes fueron *Corycaeus (Ditrichocorycaeus) amazonicus*, *C. (Corycaeus) speciosus*, *C. (Onychocorycaeus) catus* y *C. (Urocorycaeus) lautus*. Estas especies son herbívoras y muchos autores las consideran asociadas a aguas cálidas tropicales (OWRE & FOYO 1972). SUÁREZ (1992) encontró que *Corycaeus* fue uno de los géneros más abundantes en las costas venezolanas. La especie *C. (D.) amazonicus* fue reportada por CERVIGÓN (1962) en el Caribe suroriental y la considera muy escasa, puesto que se presentó sólo en febrero y marzo, además la encontró asociada a aguas más frías y costeras. Esto corrobora lo obtenido en este trabajo, puesto que esta especie fue encontrada en los meses donde ocurrieron eventos de surgencia.

En el orden Harpacticoida se identificó a la especie *Euterpina acutifrons* solamente en la zona norte. Este ejemplar, epipelágico y de amplia distribución, ha sido identificada como una de las especies más comunes y abundantes del golfo de México, Mar Caribe y zonas adyacentes (HERNÁNDEZ-TRUJILLO *et al.* 2004). Por su parte,

BJÖRNBERG (1981) menciona que este género monotípico es muy numeroso y frecuente en aguas costeras e interiores; mientras que MORALES & VARGAS (1995) lo caracterizaron como el harpacticóide más común de bahías y de plataformas.

Las especies de cladóceros identificadas fueron *Pseudoevadne tergestina*, *Penilia avirostris*, *Evadne spinifera* y *Pleopis polyphemoides*, siendo las dos primeras las más abundantes durante todo el estudio, para ambas zonas; estas especies ya han sido reportadas para la zona nororiental de Venezuela por LEGARÉ (1961), ZOPPI (1961, 1977), CERVIGÓN & MARCANO (1965), BAGDÓ (1977) y FLORES (1992). UROSA (1978), en la cuenca Tuy Cariaco, encontró que los cladóceros, en abundancia numérica, compartían muchas áreas marinas con los copépodos, como ocurre en el golfo de Cariaco, debido a que los juveniles recién liberados empiezan a su vez a reproducirse en corto tiempo lo que da lugar a una considerable expansión numérica. También, BAGDÓ (1977) detectó una variación porcentual de copépodos y cladóceros, refiriéndose a una frecuente sustitución de un grupo por otro. La alternancia del dominio de un grupo de la comunidad zooplanctónica, en las distintas épocas del año, también fue corroborado por EGLOFF *et al.* (1997), CALBERT *et al.* (2001) y D'ALCALÁ *et al.* (2004). Por otra parte, se puede mencionar que los cladóceros por su pequeño tamaño y las agregaciones estacionales que forman en áreas costeras son de gran importancia en las tramas tróficas pelágicas, principalmente para pequeños consumidores del meroplancton, con quienes coexisten temporal y espacialmente (MÚJICA & ESPINOZA 1994; VIVES 1996; RAMÍREZ 1996).

Los apendiculados más abundantes fueron *O. dioica*, *O. rufescens* y *O. longicauda*, principalmente en la zona norte. SUÁREZ (1992) reporta una alta frecuencia de aparición de los apendiculados, encontrando a *O. dioica* y *O. longicauda*, como las especies más abundantes. BASTARDO (1975) y BAGDÓ (1977) identificaron al género *Oikopleura* y lo consideraron como uno de los más abundantes del golfo de Cariaco.

De manera general, se observó la presencia de zooplancton carnívoro (quetognatos, sifonóforos y medusas) en ambas zonas; esto se puede explicar por la concentración de presas, que permiten a los depredadores gelatinosos y rapaces mejores posibilidades de éxito (PURCELL 1981; LEGENDRE & RASSOULZADEGAN 1995). Los

quetognatos *F. enflata* y *S. tenuis* fueron las especies más abundantes, principalmente en la zona norte y durante los meses de mayor intensidad de la surgencia. ZOPPI (1977) señaló a estas dos especies como las más abundantes en el nororiente del país y son consideradas cosmopolitas, con una amplia distribución, desde regiones tropicales hasta las ecuatoriales y templadas de los océanos. Menciona, además, que *F. enflata* es una especie oceánica pero con una eficiencia de adaptación en las zonas neríticas, cuando las aguas que normalmente habitan, fluyen hacia estas zonas (ALVARIÑO 1969). *S. tenuis* es una especie nerítica por lo que es habitual tener una gran abundancia de ésta en la zona estudiada, además tolera amplias fluctuaciones en el ambiente, lo cual es concurrente con su régimen nerítico. Por su parte, ÁLVAREZ-CADENA *et al.* (2008) mencionaron que los factores físicos y químicos (corriente, flujos de marea, temperatura, salinidad, precipitación) afectaron los patrones de abundancia, distribución y dispersión de las especies, así como la reproducción y el crecimiento de los quetognatos en los diversos sistemas costeros y marinos. Por lo tanto, las bajas abundancias de estas especies y su captura en la zona sur, se deba principalmente a la variabilidad en la salinidad, disminuyendo la posibilidad de adaptarse a esas condiciones inestables.

Dentro del grupo de los sifonóforos, las especies con mayor frecuencia en la zona sur fueron: *M. kochi* y *D. dispar*, mientras que para la zona norte fueron *M. kochi* y *D. bojani*. *M. kochi* es señalada por ZOPPI (1977) como una especie nerítica tropical, encontrándola con una mayor abundancia en junio y agosto. LEGARÉ (1961) y ZOPPI (1961) la hallaron abundante hacia la fosa y golfo de Cariaco. ALVARIÑO (1971) y SUAREZ & GASCA (1991) las describen como especies tropicales y subtropicales con distribución nerítica.

La distribución espacial de la comunidad del zooplancton mostró un patrón relativamente homogéneo en ambas zonas, con una mayor abundancia de organismos en la zona norte. Dentro del grupo de los copépodos, las especies *T. turbinata*, *P. quasimodo*, *C. furcatus* y *A. tonsa*, fueron las más abundantes y dominantes del golfo de Cariaco; sin embargo, la última especie fue más abundante en la zona sur, siendo reconocida como una especie eurihalina, con afinidad estuarina (SUÁREZ & GASCA 1996).

La distribución y ausencia de algunos grupos en ciertos meses (como apendiculados, quetognatos, equinodermos, briozoarios), podría tener relación con el patrón de

circulación del agua durante la época de lluvias (mayor influencia del Río Manzanares) y el fenómeno de surgencia costera, lo que produce un intenso acarreo de zooplancton hacia la zona norte. Esto favoreció la presencia de organismos típicamente marinos (medusas, ctenóforos, quetognatos, larvas tadpole y plánulas de coral entre otros) aunque en menores porcentajes en la zona norte.

Por último, se puede concluir que la distribución y la concentración del zooplancton se deben principalmente a factores abióticos como la salinidad y temperatura, así como también a la disponibilidad de alimento y período estacional.

REFERENCIAS

- ÁLVAREZ-CADENA, J., U. ORDÓÑEZ-LÓPEZ, D. VALDÉS-LOZANO, A. ALMARAL-MENDÍVIL & A. UICAB-SABIDO. 2007. Estudio anual del zooplancton: composición, abundancia, biomasa e hidrología del norte de Quintana Roo, mar Caribe de México. *Rev. Mex. Biodiv.* 78: 421-430.
- _____, A. ALMARAL-MENDÍVIL, U. ORDÓÑEZ-LÓPEZ, & A. UICAB-SABIDO. 2008. Composición, abundancia y distribución de las especies de quetognatos del litoral norte del Caribe de México. *Hidrobiol.* 18 (1): 37-48
- ALVARIÑO, A. 1969. Los quetognatos del Atlántico, distribución y notas esenciales de sistemática. *Trab. Inst. Esp. Ocean.* 37: 290.
- _____. 1971. Siphonophores of the pacific, with a review of the World distribution. *Bull. Scripps Inst. Ocean. Univ. Calif.*, 16: 1-432.
- 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. 87 pp.
- BASTARDO, H. 1975. Abundancia, composición relativa y biomasa del zooplancton en el área del golfo de Cariaco, Venezuela. *Trab. Grad. Lic. Biología.* Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 90 pp.
- BERMÚDEZ, P. 1961. Los Foraminíferos planctónicos. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle.*, 11 (59): 111-138.

- BEERS, J. R. 1981. *Determinación de la biomasa del zooplancton*. En: Boltovskoy, D. (ed). *Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y Métodos de Trabajo con el Zooplancton Marino*, pp. 133 -140. Publicación especial del INIDEP, Mar de Plata, Argentina.
- BJÖRNBERG, T. A. 1981. *Copepoda*. En: Boltovskoy, D. (ed). *Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. Publicación especial INIDEP, Mar del Plata, Argentina: 587 – 679.
- BOLTOVSKOY, D. (ED). 1981. *Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. Instituto Nacional de Investigaciones y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Argentina.
- BOLTOVSKOY, D. (ED). 1999. *South Atlantic Zooplancton*. Vol. I y II. Backhuys Publishers, Leiden, Vol. I y II.
- BOWDEN, K.F. 1983. *Physical oceanography of coastal waters*. Ellis Horwood Ltd. England. 302 pp.
- BOYER, J., J. FOURQUERAN & R. JONES. 1997. Spatial characterization of water quality in Florida Bay and Whitewater bay by multivariate analyses: zones of similar influence. *Estuaries*, 20 (4): 743-758.
- CALBERT, A., E. GARRIDO., M. SAIZ, M. ALCARAZ & C. DUARTE. 2001. Annual zooplankton succession in coastal NW Mediterranean waters the importance of the smaller size fractions. *J. Plank. Res.*, 23: 319- 331.
- CAMPOS, E. & E. SUÁREZ. 1994. *Copépodos pelágicos del golfo de México y Mar Caribe*. I. Biología y sistemática. CIQRO/CONACYT. México. 353 pp.
- CARABALLO, L. 1982. El golfo de Cariaco. Parte I. Morfología y Batimetría. Estructura y tectonismo reciente. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. de Oriente*, 21 (1-2): 13-35.
- CERVIGÓN, F. 1962. Contribución al conocimiento de los copépodos pelágicos de las costas de Venezuela. *Mem. Soc. Ciencias Nat. La Salle*, 63: 181-197.
- _____. & P. MARCANO. 1965. Zooplancton. Estudios sobre el ecosistema pelágico del NE de Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 70: 363 – 268.
- CLARK, D., K. AAZEM & G. HAYS. 2001. Zooplankton abundance and community structure over a 4000 km transect in the north-east Atlantic. *J. Plank. Res.*, 4(23): 365-372.
- D'ALCALÀ M.R., F. CONVERSANO, F. CORATO, P. LISANDRO, O. MANGONI, D. MARINO, M. G. MAZZOCCHI, M. MODIGH, M. MONTRESOR, N. NARDELLA, V. SAGGIOMO, D. SARNO, & A. ZINGONE. 2004. Seasonal patterns in plankton communities in plurianual time series at costal Mediterranean site (Gulf of Naples): an attempt to discern recurrences and trends. *Sci. Mar.*, 68(1): 65-83.
- DE MIRO, M. & J. MARVAL. 1967. Foraminíferos planctónicos vivos de la Fosa de Cariaco y del Talud Continental de Venezuela. *Mem. Soc. Ciencia. Nat. La Salle*, 17 (76): 11-34.
- EGLOFF D.A., P. FOFONOFF & T. ONBÈ. 1997. Reproductive biology of marine cladocerans. *Adv. Mar. Biol.*, 31: 79-167.
- ESCAMILLA, J., E. SUÁREZ-MORALES & R. GASCA. 2001. Distribución del zooplancton durante flujos de marea opuestos en el complejo lagunar de Chelem, Yucatán, México. *Rev. Biol. Trop.*, 49 (1): 47-51.
- ESPINOZA, A. 1977. Plancton carnívoro y su abundancia relativa. Trab. Grad. Lic. Biología. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 65 pp.
- FERRAZ-REYES, E. 1983. Estudio del fitoplancton en la Cuenca Tuy-Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr: Univ. Oriente*, 22 (1 y 2) 111 – 124.
- FIGUEROA, D. 2002. Zooplancton de formaciones coralinas: composición y distribución espacial en dos ambientes neríticos. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 89 pp.
- FLORES, O. 1992. Análisis cuantitativo y cualitativo del zooplancton de la zona Norte de la Península de Araya, Edo. Sucre. Trab. Grad. Lic. Biología. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 91 pp.
- FOGARTY, M. 1992. Recruitment in randomly varying

- environments. *ICES J. Mar. Sci.*, 50: 247-260.
- FRANKE, K. T., B. PETRIE, J. S. CHOI & W. C. LEGGETT. 2005. Tropic cascades in a formerly Cod- Dominated ecosystem. *Science*, 308(5728): 1621- 1623.
- FUKUOKA, J. 1965. Coastal upwelling near Venezuela (I). Year to year change of upwelling. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 4 (2): 223-233.
- _____. 1966. Coastal upwelling near Venezuela (II). Annual periodicities of hydrographical conditions. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 5: 84-95.
- GASCA, R & J. SUÁREZ. (Eds).1996. *Introducción al zooplancton marino*. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). 700 pp.
- GIRALDO, A. & E. GUTIÉRREZ. 2007. Composición taxonómica del zooplancton superficial en el Pacífico Colombiano (Septiembre 2003). *Invest. Mar. Valparaíso*, 35 (1): 177-122.
- GÓMEZ, A. 1996. Causa de la fertilidad en el Nororiente de Venezuela. *Interciencia*, 21 (3): 140-146.
- GONZÁLEZ, A. 1988. *Plancton de las aguas continentales*. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C., 130 pp.
- GRIFFITHS, R. & J. SIMPSON. 1972. Afloramiento y otras características oceanográficas de aguas costeras del nordeste de Venezuela. *MAC. Ser. Rec. Exp. Pesq.*, 2 (4): 2 - 53.
- HERNÁNDEZ-TRUJILLO, S., R. PALOMARES-GARCÍA., G. LÓPEZ-IBARRA., G. ESQUEDA ESCÁRCEGA & R. PACHECO-CHÁVEZ. 2004. Riqueza específica de copépodos en Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 75(2): 253-270.
- _____, ESQUEDA-ESCÁRCEGA, G & PALOMARES-GARCÍA, R. 2010. Variabilidad de la abundancia de zooplancton en Bahía Magdalena Baja California Sur, México (1997-2001). *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 38(3): 438-446.
- INFANTE, J. & L. UROSA. 1986. Distribución vertical de copépodos en aguas deficientes de oxígeno. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 25 (1-2): 175-194.
- JIMÉNEZ-PÉREZ, L. C. 1989. Variación temporal del zooplancton de la Bahía de Todos Santos, Baja California, México. *Cienc. Mar.* 15(3): 81 -96.
- JONES, R. & E. HENDERSON. 1987. The dynamics of energy transfer in marine food chains. *S. Afr. J. Mar.Sci.*, 5: 447-465.
- JOHNSON, R. & D. WICHERN. 1992. Applied multivariate statistical analysis. Prentice-Hall Int. 3th ed. 642 pp.
- LEGARÉ, H. 1961. Algunos eufasiáceos del Golfo de Cariaco y Delta del Orinoco, al Oriente de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 1 (1): 131-137.
- _____. 1964. The pelagic copepoda of eastern Venezuela. 1. The Cariaco trench. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.*, 3 (1 y 2): 15-81.
- _____. & E. ZOPPI. 1961. Notas sobre la abundancia y distribución de quetognatos en las aguas del oriente de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr.* 1 (1): 3-25.
- LEGENDRE, L. & F. RASSOULZADEGAN. 1995. Plankton and nutrient dynamics in marine waters. *Ophelia*, 41: 153-172.
- LENZ, J. 2000. Introduction. In Harris, R. P., Wiebe, P. H., Lenz, J., Skjoldal, H. R. and Huntley, M. (eds), *ICES Zooplankton Methodology Manual*. Academic Press, San Diego, 684 pp.
- MARCANO, L. M. 2007. Caracterización cuantitativa y cualitativa de los diferentes espectros de tallas del zooplancton, en la zona Caguire – El Peñón, estado Sucre, Venezuela. *Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela*. 97 pp.
- MARDIA, K. V., J.T. KENT & J.M. BIBBY. 1979. *Multivariate analysis*. Academic Press, Londres. 521 pp.
- MARÍN, B. J. & J. J. DODSON. 2000. Age, growth and fecundity of the silver Mollet, *Mugil curema* (Pises: Mugilidae), in coastal areas of north-eastern Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 48: 389 – 398.

- _____, C. LODEIROS., D. FIGUEROA & B. MÁRQUEZ. 2004. Distribución vertical y abundancia estacional del microzooplancton y su relación con los factores ambientales en Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. *FCV-LUZ*, 14 (2): 133-139.
- MÁRQUEZ, B., B. MARÍN., E. ZOPPI & C. MORENO. 2006. Zooplancton del golfo de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 45 (1):61-78.
- MARTÍNEZ, G., J. ALVARADO & W. SENIOR. 2001. Estudio físico-químico de las aguas superficiales de la cuenca baja y pluma del río Manzanares. *Interciencia*, 26 (8): 342-351.
- MC EVEN, G. F., M.W. JOHNSON & T.R. FOLSON. 1954. A statistical analysis of the performance of the Folsom Plankton Splitter based upon test observations. *Arch. Fuer Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie*, Serie A: *Meteorologie und Geophysik.*, vol.7.
- MICHEL, H. & M. FOYO. 1976. *Caribbean zooplankton*. En: *South Atlantic Zooplankton*. Boltovskoy, D. Backhuys Publishers, Leiden, Vol. I y II.
- MONTGOMERY, D. C. 1997. *Design and analysis of experiments*, 3rd edn. Wiley, New York, 680 pp.
- MORALES, J. A. 2008. Abundancia, Composición y biomasa de los espectros de tallas del zooplancton en la plataforma Pariche-Manicuare, estado Sucre, Venezuela. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 75 pp.
- MORALES, R. A. & J. A. VARGAS. 1995. Especies comunes de copépodos (Crustacea: Copepoda) pelágicos del golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 43(1-3): 207-218.
- MÚJICA, A & A. ESPINOZA. 1994. Cladóceros marinos chilenos (18° 30' - 37° 30'S). *Rer. Chil. Hist. Nat.*, 67: 265-272.
- MULLIN, M. M. 1993. Webs and scales: physical and ecological processes in marine fish recruitment. Washington Sea Grant. University of Washington Press, 135 pp.
- OMORI, M. & T. IKEDA. 1992. *Methods in marine zooplankton ecology*. Krieger Publishing Company, Florida. 349 pp.
- OKUDA, T. 1982. Rate of water renewal and phosphate input in the gulf of Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 21 (1-2): 3-12.
- _____, J. ÁLVAREZ., J. BONILLA & G. CEDEÑO. 1978. Características hidrográficas del golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 17 (1-2): 69-88.
- OWRE, H. & M. FOYO. 1967. *Copepods of the Florida current*. Fauna Caribaea N°1: Crustacea, I: Copepoda. Inst. Mar. Sci., Univ. Miami 137pp.
- _____, & M. FOYO. 1972. Studies on caribbean zooplankton. Description of the program and results of the program and results of the first cruise. *Bull. Mar. Sci.*, 122 (2): 521.
- PARSONS, R., M. TAKAHASHI & B. MARGRAVE. 1984. *Biological oceanographic processes*. Pergamon Press, London, 330 pp.
- PEÑUELA, M. 2000. *Análisis cuantitativo y cualitativo del zooplancton superficial de la fosa de Cariaco, Venezuela*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 83 pp.
- PLA, L. E. 1986. *Análisis multivariado: método de componentes principales*. OEA. 97 pp.
- POSTEL, L., H. FOCK & W. HAGEN. 2000. Biomass and abundance, En: Harris, R.; Wiebe, P. Lenz, H.; Skjoldal y Huntley (eds). *Ices zooplankton methodology manual*. Academia Press. San Diego. USA. Págs. 84-192.
- PURCELL, J. 1981. Feeding ecology of *Rhizophysa eysenhardti*, a siphonophore predator of fish larvae. *Limnol. Oceanogr.*, 26 (3):424-432.
- RAO, T. & L. UROSA. 1974. Ecología del zooplancton en el golfo de Cariaco. Parte I. Variabilidad de la biomasa del zooplancton durante el período de agosto a noviembre de 1973. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 13 (1-2): 67-78.

- RAMÍREZ, I. & M. F. HUQ. 1986. Aspectos reproductivos de la sardina *Sardinella aurita* Valenciennes, 1847 (Pisces: Clupeidae) del golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 25 (1 & 2): 3-20.
- RAMÍREZ, F. 1996. *Cladóceros* En: Gasca, R. & Suárez E. (eds.) Introducción al estudio del zooplancton marino. El colegio de la frontera Sur (ECOSUR) / CONACYT, México, 191-211 pp.
- RUEDA, D. 2000. *Variación temporal de la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en la depresión oriental de la cuenca de Cariaco y sus relaciones con los aspectos hidrográficos del estrato superficial (1996-1998)*. Trab. Grad. M. Sc. Ciencias Marinas. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 129 pp.
- SHIMODE, S., T. TODA & T. KIKUCHI. 2006. Spatio-temporal changes in diversity and community structure of planktonic copepods in Sagami Bay, Japan. *Mar. Biol.*, 148: 581-597.
- SMITH, D. 1977. A guide to marine coastal plankton and marine invertebrate larvae. Kendall/Hunt Publishing Company. USA. 159 pp.
- SUÁREZ, H. 1992. *Composición y abundancia del zooplancton en tres sectores del Caribe Venezolano*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 95 pp.
- SUÁREZ, E. & R. GASCA. 1989. Copépodos epiplanctónicos (Crustacea) del canal de Yucatán (mayo-junio, 1984). *Carib. J. Sci.*, 25 (3-4): 196-202.
- _____. & R. GASCA. 1991. *Sifonóforos de México. Biología y Ecología*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). Chetumal, Q. Roo, México. 170 pp.
- _____. & R. GASCA. 1996. Planktonic copepods of Bahía de la Ascension, Caribbean coast of Mexico: a seasonal survey. *Crustaceana*, 69 (2): 162-174.
- TREGOUBOFF, G. & M. ROSE. 1978. *Manuel de planctologie mediterrannee*. I y II. Editions du centre de la recherche scientifique. París. 207 pp.
- TURNER, J. F. 2004. The importance of small planktonic copepods and their roles in pelagic marine food webs. *Zool. Stud.*, 43(2): 255-266.
- U ROSA, L. 1983. Estudio del zooplancton en la Cuenca Tuy-Cariaco, Venezuela. Trabajo presentado como requisito parcial para ascender a la categoría de profesor asociado. Instituto Oceanográfico de Venezuela. 67 pp.
- _____. 1978. Fluctuación cuantitativa del phylum Chaetognata en el golfo de Cariaco entre 1976 y 1977 y su relación con aspectos hidrográficos. Magister Scientiarum. Mención Biología Marina, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 89 pp.
- VIVES F. 1996. Zooplancton nerítico de las aguas de Castellón (Mediterráneo Occidental). *Inv. Pesq.*, 30: 49-166.
- ZABALA, R. 1992. Abundancia, composición y distribución del zooplancton en la ensenada de La Guardia. Isla de Margarita. Trabajo de Grado. Departamento de Biología. Universidad de Oriente, Nueva Esparta. 77 pp.
- ZOPPI, E. 1961. Distribución vertical del zooplancton en el Golfo y extremo este de la Fosa de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 1 (1): 219-248.
- _____. 1977. *El zooplancton marino de la región oriental de Venezuela*. Trab. Grad. Doct. Ciencias. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela. 183 pp.

RECIBIDO: Julio 2011

ACEPTADO: Febrero 2012