

VARIABILIDAD DE LA ABUNDANCIA DEL ZOOPLANCTON EN DOS AMBIENTES NERÍTICOS DEL NORORIENTE DE VENEZUELA

SERRANO-ZABALA, R¹., MÁRQUEZ-ROJAS, B²., TROCCOLI-GHINAGLIA, L.³, RINCONES-REYES, K.⁴, DÍAZ-RAMOS, J. R.². & REYES, J⁵.

¹*Postgrado en Ciencias Marinas, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.*

²*Departamento de Biología Marina, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Sucre. Venezuela.*

³*Instituto de Investigaciones Científicas. Universidad de Oriente, Boca de Río, Nueva Esparta, Venezuela.*

⁴*Investigador Asociado del Centro de Cambio Global y la Sustentabilidad, Villahermosa, Tabasco, México.*

⁵*Laboratorio de Zoología de Invertebrados, Facultad Experimental de Ciencias. Universidad del Zulia, Apdo. 526, Maracaibo 4001-A, estado Zulia, Venezuela.*

Resumen: En las comunidades zooplanctónicas, la sinergia entre los factores ambientales y biológicos puede favorecer la presencia y/o ausencia de ciertas especies o grupos taxonómicos. Se analizó la abundancia, composición general y variación temporal del zooplancton en dos ambientes neríticos (ensenada de Turpialito e islotes Los Lobos) del nororiente de Venezuela. Las muestras se colectaron quincenalmente (junio 2010 - noviembre de 2011), con una bomba de diafragma y se filtraron por un tamiz de 100 μm . Se midió la temperatura, salinidad, concentración de oxígeno disuelto, seston, clorofila *a* y la abundancia fitoplanctónica y zooplanctónica. El índice de surgencia se calculó a partir de los datos de vientos. En Turpialito la temperatura osciló entre 23,6 y 30,1°C, la salinidad entre 31 y 39 y la Clorofila *a* entre ND y 2,3 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$, mientras que en islotes Los Lobos las variaciones fueron entre 24 y 29,5°C, 36 y 38,6 y ND y 7,3 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$, respectivamente. En Islotes Los Lobos se detectó mayor abundancia total zooplanctónica (384.271 $\text{org}\cdot\text{m}^{-3}$) que en Turpialito (107.414 $\text{org}\cdot\text{m}^{-3}$), así como la mayor cantidad de grupos zooplanctónicos (19 grupos). Los resultados reflejaron variabilidad espacial y temporal en cuanto a la abundancia zooplanctónica (Permanova, $F=54,68$; $F=3,51$; $p<0,05$), mientras la composición por grupos varió espacialmente (Permanova, $F=14,53$, $p<0,05$). El MDS-SIMPER mostró disimilitud (55,72%) entre las localidades atribuibles a los copépodos, larvas de decápodos y cladóceros. Durante la época de surgencia costera se registró mayor abundancia zooplanctónica en ambas localidades, con incrementos más notables en Los Lobos y con organismos frecuentes de aguas oceánicas, resultado de la fisiografía de esta localidad.

Palabras claves: abundancia, composición, Ensenada de Turpialito, Islotes Los Lobos, zooplancton

Abstract: In zooplankton communities, environmental and biological factors act simultaneously and can interact synergistically favoring the presence and/or absence of certain species. The abundance, composition and temporal variation of zooplankton were analyzed in two neritic environments (Turpialito inlet and Los Lobos islets) in northeastern Venezuela. The samples were collected biweekly (June 2010 - November 2011), with a diaphragm pump and filtered through a 100 μm sieve. Temperature, salinity, concentration of dissolved oxygen, seston, chlorophyll *a*, phytoplankton and zooplankton abundance were measured. The upwelling index was calculated from the wind data. In Turpialito the temperature ranged between 23.6 - 30.1 °C, salinity between 31 - 39 and Chlorophyll *a* between ND - 2.3 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$, while in Los Lobos islets the variations were between 24 - 29.5 °C, 36 - 38.6 and ND - 7.3 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$, respectively. In Los Lobos, a higher total zooplankton abundance (384,271 $\text{org}\cdot\text{m}^{-3}$) than Turpialito (107,414 $\text{org}\cdot\text{m}^{-3}$) was detected, as well as the greater number of zooplankton groups (19 groups). The results reflected spatial and temporal variability in terms of zooplankton abundance (Permanova, $F=54.68$; $F=3.51$; $p<0.05$), while the composition varied spatially (Permanova, $F=14.53$, $p<0.05$). The MDS-SIMPER showed dissimilarity (55.72%) between the localities for copepods, decapod larvae and cladocerans. During the coastal upwelling period, greater zooplankton abundance was recorded in both localities, with more notable magnitudes in Los Lobos islets and with frequent organisms of oceanic waters, supported by the geographical location of this locality.

Key Words: abundance, composition, Turpialito inlet, Los Lobos Islets, zooplankton

INTRODUCCIÓN

El zooplancton marino constituye la comunidad animal más diversa que se conoce. La mayor parte de los grupos zoológicos acuáticos están representados

en el zooplancton, desde los protozoarios hasta los vertebrados en sus estadios de huevo, larva y juvenil (SUTHERS *et al.* 2019). Como toda comunidad biológica, el zooplancton muestra patrones de distribución en un

amplio rango de escalas espaciales y temporales tanto en lo referente a su composición como en su abundancia y biomasa (RUÍZ-PINEDA *et al.* 2016).

El zooplancton es un eslabón esencial en la transferencia energética al nivel secundario, y su estudio puede conducir a la determinación del potencial pesquero de una región, si se conoce adecuadamente la dinámica y eficiencia de la transferencia trófica (D'ALELIO *et al.* 2016; HENEGHAN *et al.* 2016). Además, forma parte de la “bomba biológica” de carbono hacia el interior del océano ya que transfiere parte del carbono secuestrado de la atmósfera por el fitoplancton y lo transporta dentro de la zona eufótica hacia estratos más profundos a través de una compleja red trófica (HERNÁNDEZ-TRUJILLO *et al.* 2007).

Entre los factores ambientales que influyen en la estructura de las comunidades zooplanctónicas, se encuentran la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, aportes de agua dulce y estratificación, así como por factores biológicos, como la disponibilidad de alimento, depredación y competencia, o por la combinación de ambos tipos de variables (TAKAHASHI *et al.* 2014). En ambientes naturales estos factores actúan simultáneamente y pueden interactuar sinérgicamente favoreciendo la presencia y/o abundancia de ciertas especies (VILLALBA-DURÉ *et al.* 2018).

Por consiguiente, los estudios de zooplancton son importantes, ya que se pueden caracterizar los organismos afines a las condiciones ambientales de las masas de agua (MORALES-RAMÍREZ 2008; RODRÍGUEZ-SÁENZ & MORALES-RAMÍREZ 2012). A pesar de la importancia de este grupo de organismos, el conocimiento acerca del zooplancton en Venezuela es limitado. También se reconoce que dichas variaciones son más complejas en las zonas costeras debido al carácter sinérgico de la interacción continente-océano que allí se presenta (VÁSQUEZ-YEOMANS *et al.* 2012; MECALCO-HERNÁNDEZ *et al.* 2018).

Por lo general, en el ambiente marino, las muestras de zooplancton son recolectadas con redes planctónicas (VÁSQUEZ-YEOMANS *et al.* 2012; RUÍZ-PINEDA *et al.* 2016; MÁRQUEZ-ROJAS *et al.* 2016, 2020; MECALCO-HERNÁNDEZ *et al.* 2018). No obstante, otros métodos de colecta incluyen las botellas de captación y bombas de succión. Estas últimas se han empleado especialmente en las zonas costeras relativamente protegidas (MASSON *et al.* 2004; MAURO DE MELO *et al.* 2007; SCHWAMBORN *et al.* 2008). En ese sentido, se ha demostrado que la utilización de bombas de succión para la colecta de plancton

conduce a resultados comparables con los hallados con muestreos tradicionales. Entre sus ventajas: captura organismos que por su mínimo tamaño no son capturados por redes, se obtienen muestras muy discretas, se evita el efecto de taponamiento usuales en redes, se conoce con exactitud el volumen de agua filtrada y se garantiza la profundidad muestreada, permitiendo así llevar a cabo investigaciones de estructura fina en la distribución vertical y horizontal del plancton (LENZ 1972; SAMEOTO *et al.* 2000; MASSON *et al.* 2004). Presenta algunas desventajas como la resistencia friccional de los tubos a las corrientes, pequeño volumen colectado y daños físicos a algunos organismos (LENZ 1972; RAHKOLA *et al.* 1994; SAMEOTO *et al.* 2000; MASSON *et al.* 2004).

A nivel mundial existen pocos estudios del zooplancton empleando como método de colecta el sistema de bomba de succión, entre ellos las investigaciones de LENZ (1972), quien evaluó un tipo de bomba al vacío para minimizar el riesgo de daño de los organismos delicados en Alemania; ICAMBERRY & RICHARDSON (1972) realizaron un estudio cuantitativo del zooplancton con sistema de bomba en California. HARRIS *et al.* (1986) estudiaron la distribución vertical de larvas de peces en mar abierto; RAHKOLA *et al.* (1994) efectuaron estudios cuantitativos del zooplancton con sistemas de bombas en Finlandia; PAGGI (1985) y FRUTOS (1998) analizaron la densidad, diversidad y distribución vertical del zooplancton. Con respecto a estudios comparativos entre los métodos de bomba y red destacan los de DIXON & ROBERTSON (1986) y MASSON *et al.* (2004) quienes no encontraron diferencias significativas entre los dos métodos. En Brasil, MAURO DE MELO *et al.* (2007) estudiaron la biomasa zooplanctónica y SCHWAMBORN *et al.* (2008) cuantificaron y modelaron el transporte de zooplancton, concluyendo que esta técnica de muestreo discreto puede ser eficaz para investigar los patrones dinámicos de transporte de los invertebrados en zonas de estuarios.

En Venezuela existen pocos trabajos publicados de zooplancton empleando las bombas de succión, entre ellos RODRÍGUEZ-GRAU (1978) estudió la distribución del zooplancton en la laguna costera de Tacarigua; MORALES *et al.* (2001) estudiaron la comunidad del zooplancton en la laguna de Sinamaica (estado Zulia); MARCANO *et al.* (2010) y NARVÁEZ (2019) evaluaron la variación temporal y espacial intradiaria del zooplancton en la parte interna de la Bahía de Mochima en época de lluvia y sequía, respectivamente.

En la costa oriental de Venezuela, dentro del golfo de Cariaco, destaca la Estación Hidrobiológica de Turpialito, donde se han realizado investigaciones sobre zooplankton (UROSÁ 1980; FIGUEROA 2002; MARÍN *et al.* 2004; GARCÍA 2013; RAMÍREZ 2013, BLANCO *et al.* 2016; ELISTA *et al.* 2017). En islotes Los Lobos, ubicados en el Mar Caribe venezolano, a 50 MN de distancia de Turpialito, se han realizado estudios sobre las condiciones hidrobiológicas (MARCANO 1997), características granulométricas del sedimento (SALAZAR 1997), comunidad de peces (RAMÍREZ 1997), fauna malacológica (LEÓN 1997), coralina (RAMÍREZ 1997), carcinológica (MARCANO 1997) y sobre la actividad pesquera (TRUJILLO 1997). En zonas aledañas a estos islotes, son pocos los trabajos sobre zooplankton (FLORES 1992; GÓMEZ & HERNÁNDEZ-ÁVILA 2008; HERNÁNDEZ-ÁVILA & GÓMEZ 2014) y el ictioplankton (HUQ 1990; VILLALBA 2002; NARVÁEZ 2010).

La escasa información sobre el zooplankton en la región nororiental de Venezuela, aunado a la alta productividad que caracteriza la región cuando se compara con otros países del mar Caribe (GÓMEZ 1996, 2001), se fundamenta en la fertilidad de las aguas por el ascenso de aguas subsuperficiales que afloran en la superficie (OKUDA *et al.* 1978; ALVERA-AZCÁRATE *et al.* 2009; SCRANTON *et al.* 2014), hacen necesario los estudios planctónicos para conocer la composición y distribución de sus componentes, ya que permite su utilización como indicadores de alimento disponible, en especial para la sardina *Sardinella aurita*, principal recurso pesquero de la zona (GÓMEZ 2019).

En este trabajo se caracteriza la composición y abundancia del zooplankton en dichas localidades, tomando en cuenta la influencia de la surgencia costera; por lo que se esperaban cambios espaciales y temporales en la abundancia y composición en estas localidades, ya que los grupos taxonómicos que lo componen muestran diferentes respuestas a las condiciones ambientales presentes en el medio.

METODOLOGÍA

Área de estudio

La primera zona de estudio es la ensenada de Turpialito, situada a 3 km al este de Cumaná (10°27'30"N; 64°02'40"W) localizada dentro del golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela (Fig. 1A). Esta ensenada es un cuerpo de agua somero y está protegida del oleaje por la Península de Araya, caracterizada por

cambios hidrológicos debido a la surgencia costera estacional que se produce en la región nororiental de Venezuela (OKUDA *et al.* 1978; LORENZONI *et al.* 2013).

La segunda zona es los islotes Los Lobos que están situados en el mar Caribe, entre la Isla de Coche (estado Nueva Esparta) y el Morro de Chacopata (estado Sucre), entre 10°41'38'' y 10°41'41'' N y 63°52'15'' y 63°52'33'' W (Fig. 1B). Estos islotes están formados por dos promontorios (Lobo Mayor y Lobo Menor) unidos por un istmo somero de 37 m de longitud, de textura rocosa. Estos islotes, pequeños y deshabitados, son los únicos afloramientos de una gran extensión superficial de la plataforma submarina nororiental de Venezuela entre la mencionada isla y tierra firme (RAMÍREZ 1997; SALAZAR 1997).

Toma de las muestras en el campo

Se realizaron colectas quincenalmente en las dos zonas, entre las 8:30 am y 10:30 am, desde junio de 2010 hasta noviembre de 2011, obteniéndose un total de 70 muestras. Las muestras fueron colectadas utilizando una bomba eléctrica de diafragma marca Shurflo® 2088, provista de una manguera de 20 metros; la profundidad de los muestreos osciló entre 0.5 y 1 m de profundidad. El volumen total recolectado para cada muestra fue de aproximadamente 70 litros, que fueron filtrados por un tamiz de 100 µm en cada caso. Las muestras se colocaron en frascos plásticos y se fijaron con formalina al 4%, neutralizada con tetraborato de sodio y posteriormente fueron trasladados al Laboratorio de Ecología y Taxonomía de Zooplankton Marino del Instituto Oceanográfico de Venezuela.

Simultáneamente, se tomaron *in situ* los datos ambientales de temperatura con un termómetro ambiental ($\pm 0,1^\circ\text{C}$), la salinidad con un refractómetro Atago® (± 1 UPS). Para la determinación de la concentración de oxígeno disuelto se recolectó agua de mar en botellas para DBO (cap. 300 ml) y se utilizó el método de Winkler, descrito y mejorado por STRICKLAND & PARSONS (1972). Para el análisis de la concentración de clorofila *a* (clor *a*) se tomaron las muestras de agua en botellas plásticas color ámbar (1500 ml) e igual cantidad para la determinación de materia orgánica. En la concentración de la clorofila *a* (clor *a*) se utilizó el método espectrofotométrico de Lorenzen, descrito y mejorado por STRICKLAND & PARSONS (1972). Para cuantificar el seston o material particulado total (MPT) se emplearon técnicas gravimétricas (STRICKLAND & PARSONS 1972).

Para determinar la variabilidad estacional (surgencia y relajación) en la zona de estudio, se utilizó el índice de surgencia (IS), el cual fue calculado basado en la estadística de viento de la estación meteorológica Los Botones, Guacarapo, golfo de Cariaco, de acuerdo con BOWDEN (1983) y explicado en MÁRQUEZ-ROJAS *et al.* (2008).

Análisis del fitoplancton y zooplancton

Los datos de la abundancia fitoplanctónica fueron proporcionados por el Proyecto LOCTI 2010-2011, intitulado “Estudio poblacional y factibilidad del cultivo de erizos en el nororiente de Venezuela”, llevado a cabo en la misma zona de estudio.

La cuantificación de los organismos zooplanctónicos se realizó tomando en cuenta el total

de los organismos, para ello se empleó una cámara de Bogorov y posteriormente fueron analizados bajo un estereomicroscopio. Para la ubicación taxonómica de los diferentes grupos zooplanctónicos observados se utilizaron los trabajos de TREGOUBOFF & ROSE (1957), CAMPOS-HERNÁNDEZ & SUÁREZ-MORALES (1994), GASCA & SUAREZ-MORALES (1996) y BOLTOVSKOY (1999).

Análisis estadísticos

Con los datos obtenidos, se construyeron matrices (ambientales y biológicas). Una vez probados los supuestos en los datos biológicos, y no ajustarse a las suposiciones de normalidad y homogeneidad de varianzas, se procedió a la aplicación de pruebas no paramétricas (SHESKIN 2004).

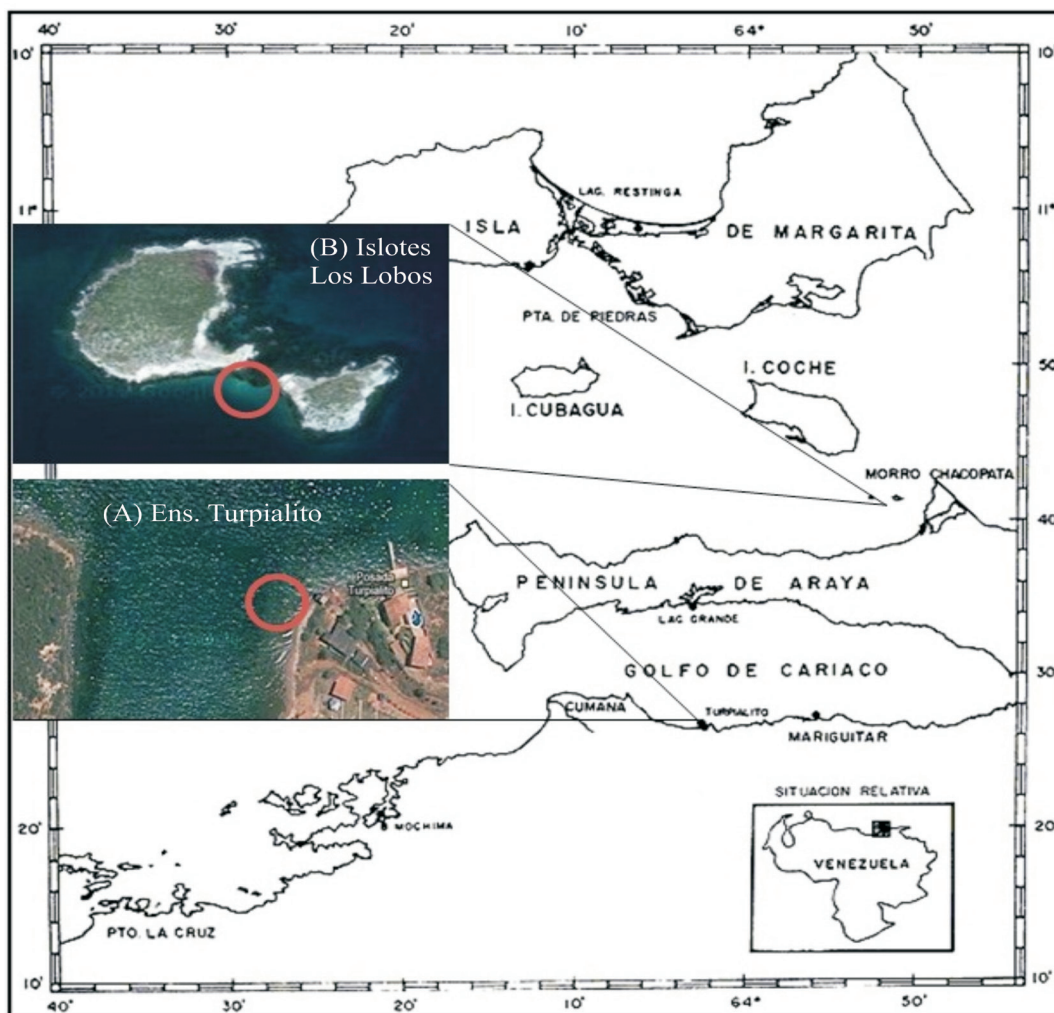


Fig. 1. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo. (A) ensenada de Turpialito y (B) islotes Los Lobos.

Con relación a las variables abióticas (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y seston) y bióticas (clor *a* y feopigmentos), se utilizaron distancias Euclidianas para el análisis de disimilitud. También se organizaron matrices de abundancia (fitoplanctónica y zooplanctónica) y composición zooplanctónica, las cuales fueron analizadas con el índice de similitud Bray-Curtis (CLARKE 1993), previa transformación raíz cuarta de las abundancias. Tal transformación permite disminuir el peso de las especies muy dominantes y aumenta la importancia relativa de las especies raras en el cálculo del índice de similitud. Posteriormente, se utilizó un análisis de varianza multivariado, con base en permutaciones (Permanova, 9999 permutaciones; ANDERSON 2001), quedando definidos los factores fijos como: localidades (ensenada de Turpialito e islotes Los Lobos) y épocas (surgencia: junio, julio y diciembre 2010, enero, febrero, marzo, abril y mayo 2011 y relajación: agosto, septiembre, octubre y noviembre 2010, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre 2011), y con los factores aleatorios, meses y quincenas, para probar la hipótesis nula de no diferencias significativas entre las localidades, épocas, meses y quincenas y la interacción.

Para determinar las diferencias comunitarias del zooplankton asociados a cada zona se realizó un análisis SIMPER (CLARKE 1993). Además, se realizaron ordenaciones multivariadas (MDS) para ilustrar los patrones de similitud entre las escalas espaciales y por épocas. Se utilizó un $\alpha = 0,05$ para todos los análisis, a menos que se indique lo contrario (MONTGOMERY 1997). Todos los procedimientos multivariantes se efectuaron mediante el software estadístico Primer v6 + *Permanova add on* (CLARKE & GORLEY 2006).

Para establecer las relaciones entre las variables bióticas y abióticas entre las localidades y las épocas de estudio, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) a partir de una matriz de correlación (JOHNSON & WICHERN 1992).

RESULTADOS

Variables Abióticas

El índice de Surgencia (IS) durante los dos primeros meses del estudio presentó valores superiores a $100 \text{ m}^3\text{s}^{-1}1000\text{m}$; mientras que entre agosto y noviembre 2010 los valores fueron inferiores e incluso se observaron valores negativos. A partir de diciembre la velocidad del viento se incrementó hasta alcanzar los valores

más altos en marzo y abril 2011 (307 y $357 \text{ m}^3\text{s}^{-1}1000\text{m}$, respectivamente) y mantenerse elevados hasta finales de mayo 2011. Desde junio 2011 se observó disminución en la velocidad y cambios en la dirección de los vientos, registrando valores negativos hasta finales del año (Fig. 2).

En la ensenada de Turpialito, la temperatura superficial del agua fluctuó entre $23,6$ y $30,1$ °C, ($27,8 \pm 1,9$ °C). Se observaron entre junio y octubre 2010 valores altos ($26,8$ a $30,1$ °C); a partir de noviembre 2010 se registró un descenso paulatino de la temperatura, hasta alcanzar el menor registro ($23,6$ °C), entre enero y marzo 2011. De abril a septiembre 2011 se evidenció un incremento la temperatura con aguas cálidas ($27,0$ – $30,0$ °C, Fig. 3A).

En islotes Los Lobos, la temperatura varió entre $24,0$ y $29,5$ °C, ($26,0 \pm 1,6$ °C). El mayor registro ($29,5$ °C) se detectó en septiembre 2010; posteriormente se evidenció un nuevo descenso hasta obtener valores más bajos ($24,0$ a $26,0$ °C) hasta el final del estudio (Fig. 3A). Se observó variabilidad entre las localidades por mes, anidado a las épocas ($F=8,51$; $p < 0,05$), lo que sugiere que el patrón de fluctuación mensual de la temperatura es diferente en cada localidad (Fig. 3B, Tabla 1A). También se detectaron diferencias significativas ($F=6,48$; $p < 0,05$; Tabla 1A) entre surgencia ($26,1 \pm 1,6$ °C) y relajación ($27,5 \pm 2,2$ °C).

En Turpialito la salinidad varió entre 31 y 39 ($36,7 \pm 2,5$). Durante los seis primeros meses los valores fluctuaron, con valores más bajos en julio (31) y septiembre (33). Durante los primeros meses del 2011 se detectaron valores elevados (39), posteriormente se registraron marcadas disminuciones en agosto y

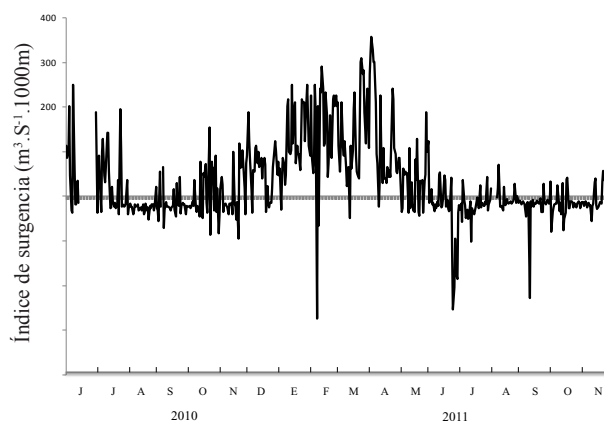


Fig. 2. Variaciones diarias del índice de surgencia ($\text{m}^3\text{s}^{-1}1000\text{m}$) durante los meses del muestreo en el nororiente de Venezuela.

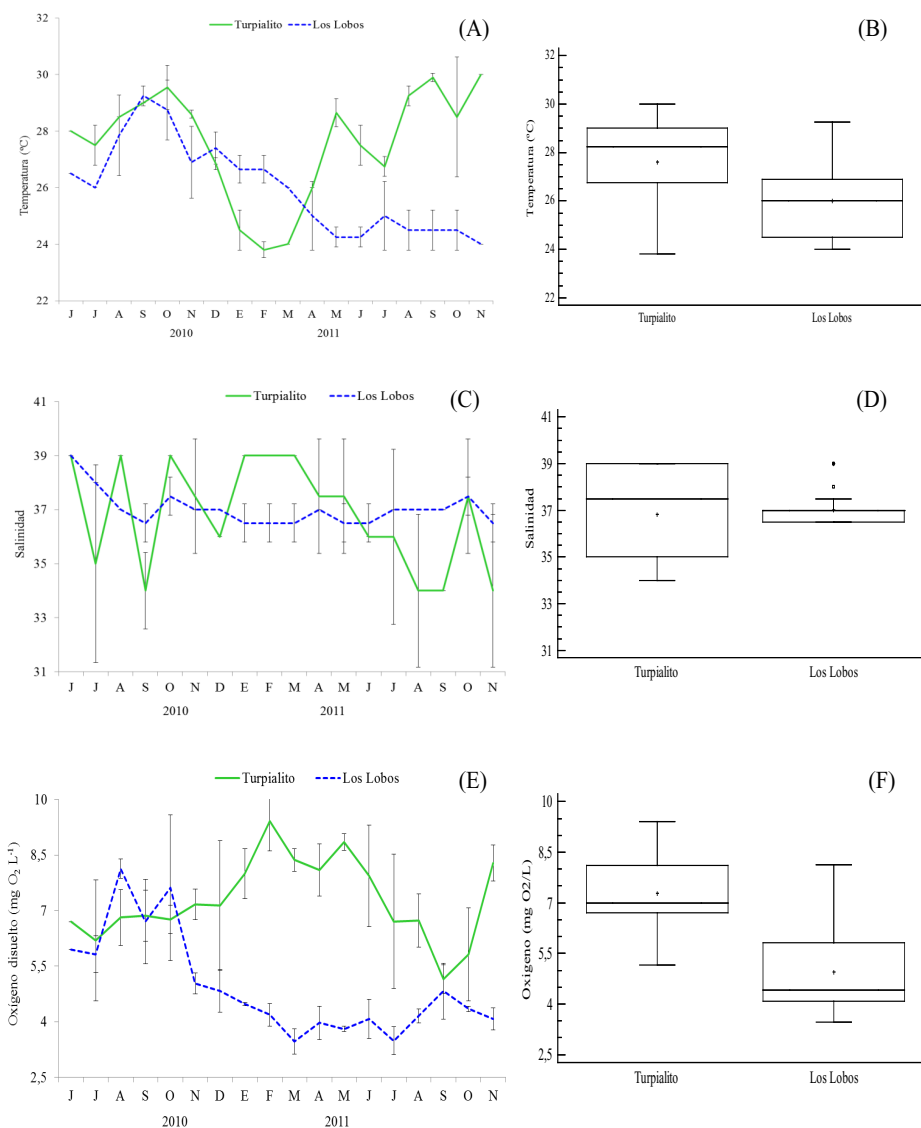


Fig. 3. Variación temporal y diagrama de caja con la distribución espacial de la temperatura (A, B), salinidad (C, D) y oxígeno disuelto (E, F) en Turpialito y Los Lobos.

noviembre (Fig. 3C). Mientras tanto, en Los Lobos la salinidad presentó menor intervalo de variación, con valores entre 36 y 39 ($36,7 \pm 0,6$) con débiles fluctuaciones quincenales (Fig. 3C). Se observó interacción significativa entre las localidades por épocas ($F=4,25$; $p \leq 0,05$), lo que sugiere que la salinidad varía en cada localidad de acuerdo con la época de muestreo (Fig. 3D, Tabla 1B).

En Turpialito la concentración de oxígeno disuelto varió entre 4,9 y 9,9 mg L⁻¹ ($7,3 \pm 1,3$ mg L⁻¹). La

concentración en el periodo junio- diciembre 2010 fluctuó entre 5 y 8,4 mg L⁻¹, incrementándose hasta febrero 2011 (9,9 mg L⁻¹). A partir de julio 2011 se detectaron menores registros de la concentración de oxígeno disuelto, reportándose el valor más bajo (4,9 mg L⁻¹) en septiembre 2011 (Fig. 3E). En Los Lobos el oxígeno disuelto varió entre 3,2 y 9,7 mg L⁻¹ ($4,9 \pm 1,5$ mg L⁻¹). Se observaron los mayores registros entre junio – noviembre 2010 (4,8 - 9,7 mg L⁻¹); mientras que para el resto del periodo de estudio los valores fueron

TABLA 1. Análisis no paramétrico de la varianza permutado (Permanova) con base en la distancia euclidiana, aplicando un modelo lineal de cuatro factores (localidad, época, mes y quincena) a la temperatura (°C), Salinidad, oxígeno disuelto (mg L^{-1}) y Clorofila *a* (mg m^{-3}), en dos ambientes neríticos del nororiente de Venezuela. gl: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, MC: media cuadrática, F: Pseudo-F, *P* (perm): probabilidad calculada por permutaciones, %CV: coeficiente de variación. * Los factores que denotan diferencias significativas $p < 0,05$.

(A) TEMPERATURA	gl	SC	MC	F	<i>P</i> (perm)	%CV
Localidad	1	41,474	41,474	10,398	0,004*	18,18
Época	1	20,339	20,339	6,477	0,015*	12,31
Mes(época)	20	66,391	3,319	5,311	0,003*	15,02
Localidad x época	1	15,675	15,675	3,929	0,066	14,35
Quincena(mes(época))	11	6,875	0,625	1,254	0,351	3,96
Localidad x mes(época)	20	84,763	4,238	8,506	0,0006*	25,03
Residual	11	5,480	0,498			11,12
Total	65	256,3				
(B) SALINIDAD						
Localidad	1	0,180	0,180	578,0	0,811	0,00
Época	1	16,523	16,523	5,051	0,031*	15,15
Mes(época)	20	67,357	3,367	1,759	0,166	15,47
Localidad x época	1	13,253	13,253	4,254	0,050*	18,74
Quincena(mes(época))	11	21,056	1,914	0,851	0,682	0,00
Localidad x mes(época)	20	63,544	3,177	1,413	0,301	17,50
Residual	11	24,722	2,247			33,12
Total	65	201,59				
(C) OXIGENO						
Localidad	1	106,25	106,25	42,071	0,001*	37,40
Época	1	0,956	0,956	0,548	0,496	0,00
Mes(época)	20	35,916	1,795	1,787	0,151	10,07
Localidad x época	1	7,864	7,864	3,114	0,090	12,00
Quincena(mes(época))	11	11,05	1,004	0,798	0,670	0,00
Localidad x mes(época)	20	52,321	2,616	2,080	0,093	18,66
Residual	11	13,832	1,257			21,85
Total	65	220,48				
(D) CLOROFILA <i>a</i>						
Localidad	1	37,443	37,443	18,771	0,0003*	28,10
Época	1	3,788	3,788	2,397	0,131	7,01
Mes(época)	20	32,839	1,642	2,312	0,118	14,04
Localidad x época	1	0,351	0,351	0,176	0,689	0,00
Quincena(mes(época))	11	7,811	0,710	1,227	0,361	6,42
Localidad x mes(época)	20	41,919	2,096	3,621	0,025*	25,35
Residual	11	6,365	0,578			19,05
Total	65	123,68				

más bajos ($3,2 - 5,2 \text{ mg L}^{-1}$; Fig. 3C). Solo se hallaron diferencias significativas entre las localidades ($F = 42,07$, $p < 0,05$; Tabla 1C, Fig. 3F), mayores concentraciones en Turpialito ($7,27 \pm 1,09 \text{ mg L}^{-1}$).

El seston en Turpialito, varió entre 3 y $28,3 \text{ mg L}^{-1}$ ($11,2 \pm 6,2 \text{ mg L}^{-1}$). Esta variable alcanzó su valor más alto ($28,3 \text{ mg L}^{-1}$) en junio 2010, para descender en agosto 2010 hasta $3,52 \text{ mg L}^{-1}$. Un segundo aumento se registró en diciembre 2010 ($17,42 \text{ mg L}^{-1}$), mientras el

valor más bajo ($3,02 \text{ mg L}^{-1}$) de todo el estudio se reportó en noviembre 2011 (Fig. 4A). En islotes Los Lobos, el seston también presentó marcadas fluctuaciones entre $1,5$ y $25,5 \text{ mg L}^{-1}$ ($9,1 \pm 5,5 \text{ mg L}^{-1}$). Se detectaron tres registros por encima de 15 mg L^{-1} (julio 2010, mayo y octubre 2011). En diciembre 2010 se obtuvo el valor más bajo ($1,7 \text{ mg L}^{-1}$) de todo el estudio (Fig. 4A). No se detectaron diferencias significativas temporales y espaciales en la concentración de seston (Fig. 4B).

Variables Bióticas

La concentración de Clor *a* en Turpialito fluctuó entre valores no detectables (ND) y $2,30 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ($0,5\pm 0,5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$). Esta variable no presentó grandes fluctuaciones, con valores máximos en agosto 2010 ($1,4 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$) y febrero, abril y septiembre 2011 ($1,6$;

$1,7$ y $2,3 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, respectivamente) (Fig. 4C). En Los Lobos las concentraciones de Clor *a* fueron mayores que en Turpialito, con fluctuaciones entre ND y $7,3 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ($1,9\pm 1,6 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$). Las mayores concentraciones se observaron en junio 2010 ($5,27 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$), marzo ($5,27 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$) y junio 2011 ($7,31 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$) (Fig. 4C).

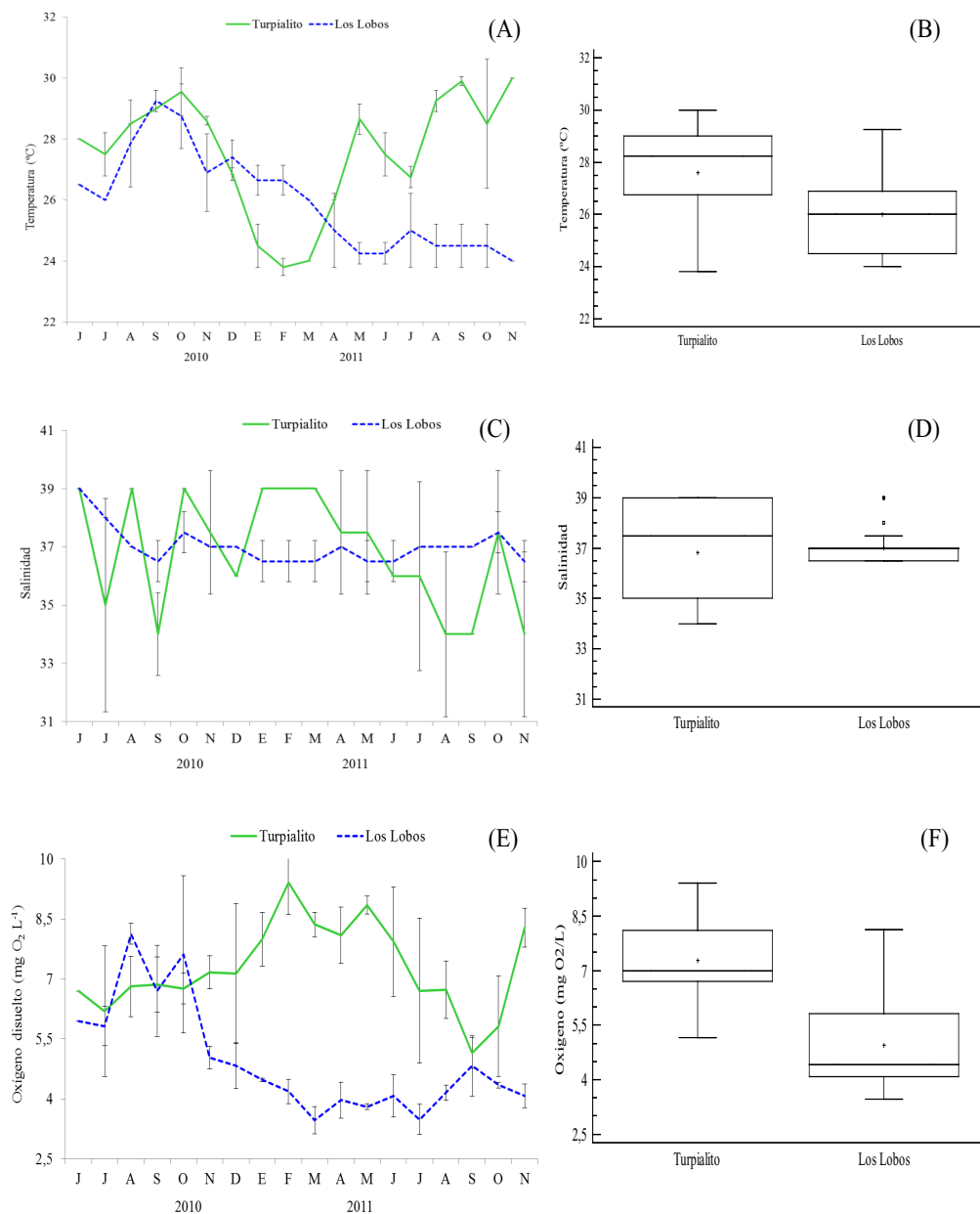


Fig. 4. Variación temporal y diagrama de caja con la distribución espacial del seston (A, B), clorofila *a* (C, D) y abundancia fitoplanctónica (E, F) en Turpialito y Los Lobos.

Esta variable presentó variaciones a nivel de localidad ($F=18,77$; $p \leq 0,05$; Fig. 4D) y en la interacción localidad por mes ($F= 3,62$; $p \leq 0,05$; Tabla 1D).

La abundancia fitoplanctónica en Turpialito varió entre 35 y 3964 cel.ml⁻¹ (758,8±1037 cel.ml⁻¹). La mayor abundancia fitoplanctónica se detectó en junio 2010 (3.964 cel.ml⁻¹), septiembre 2010 (3.859 cel.ml⁻¹) y marzo 2011 (2.621 cel.ml⁻¹), mientras que las más bajas se reportaron en octubre y noviembre 2011 (41 y 35 cel.ml⁻¹, respectivamente, Fig. 4E). En los islotes Los Lobos, la abundancia fitoplanctónica se ubicó entre 8 y 2317 cel.ml⁻¹ (222,3±442,4 cel.ml⁻¹). Durante casi todo el estudio, en esta localidad, se detectaron valores inferiores a 1.000 cel.ml⁻¹, exceptuando abril 2011 (2.317 cel.ml⁻¹; Fig. 4E). La abundancia fitoplanctónica presentó variaciones significativas entre las localidades (> Turpialito) y las épocas de muestreos (> surgencia: 765,91±1.051,11 cel.ml⁻¹) ($F= 5,50$ y $F= 8,55$, $p < 0,05$; respectivamente, Tabla 2A).

La abundancia del microzooplankton en Turpialito estuvo representada por un total de 107.414 org.m⁻³ (3.159 ±3.930 org.m⁻³). El mayor valor de abundancia se registró en octubre 2011 con 20.457 org.m⁻³, le siguió julio 2010 y 2011 con 8.429 y 12.343 org.m⁻³, respectivamente. Los registros de abundancia más bajos se obtuvieron en septiembre 2011, noviembre y diciembre 2010 (157, 314 y 307 org.m⁻³, respectivamente; Fig. 5A).

A diferencia en Los Lobos, la abundancia total del zooplankton fue mayor 384.271 org.m⁻³ (11.302 ±5.294 org.m⁻³). Entre junio y octubre de 2010 mostró una variación entre 4.700 a 24.600 org.m⁻³, luego disminuyó progresivamente con el valor más bajo (3.157 org.m⁻³) del estudio en enero de 2011. Entre enero y abril 2011, la abundancia fluctuó entre 6.443 – 25.586 org.m⁻³, hasta registrarse el mayor valor de abundancia zooplanctónica en abril 2011 (Fig. 5A).

Se hallaron diferencias significativas de la abundancia zooplanctónica entre las localidades y las épocas ($F= 54,68$; $F= 3,51$; $p < 0,05$, Tabla 2C; Fig. 5B), con mayores abundancias registrados en la surgencia (8.089±6.150 org.m⁻³) que en etapa de relajación (6.938±6.273 org.m⁻³).

Composición Zooplanctónica

Se identificaron 16 grupos del zooplankton en Turpialito (Tabla 3). Los grupos con mayor abundancia total y relativa, tanto en surgencia como en relajación

fueron los copépodos, larvas de crustáceos y larvas de cirrípedos. Cabe destacar la presencia de los copépodos y ostrácodos así como las apendiculados y tintínidos como los grupos más representativos dentro del holoplancton en ambas épocas, mientras que las larvas de decápodos, larvas de poliquetos y de cirrípedos conformaron la mayor parte del meroplancton. En esta localidad estuvieron ausentes los radiolarios, sifonóforos, doliólidos, pterópodos y quetognatos (Tabla 3).

Los grupos dominantes en abundancia fueron los microcrustáceos, especialmente los copépodos, que constituyeron el 52,7 % del total de organismos recolectados (Fig. 6A) y ocurrieron durante todo el periodo de estudio. La abundancia promedio fue de 1683 ± 1425 org.m⁻³. La mínima ocurrió en septiembre 2011 (150 org.m⁻³) y la máxima en julio 2011 (5543 org.m⁻³). Las larvas de crustáceos decápodos ocuparon el segundo lugar en abundancia representando el 29,2 % del total del zooplankton recolectado, con un promedio de 1131 ± 1050 org.m⁻³. Su máxima abundancia se registró en octubre 2011 (10550 org.m⁻³) obteniendo en este mes

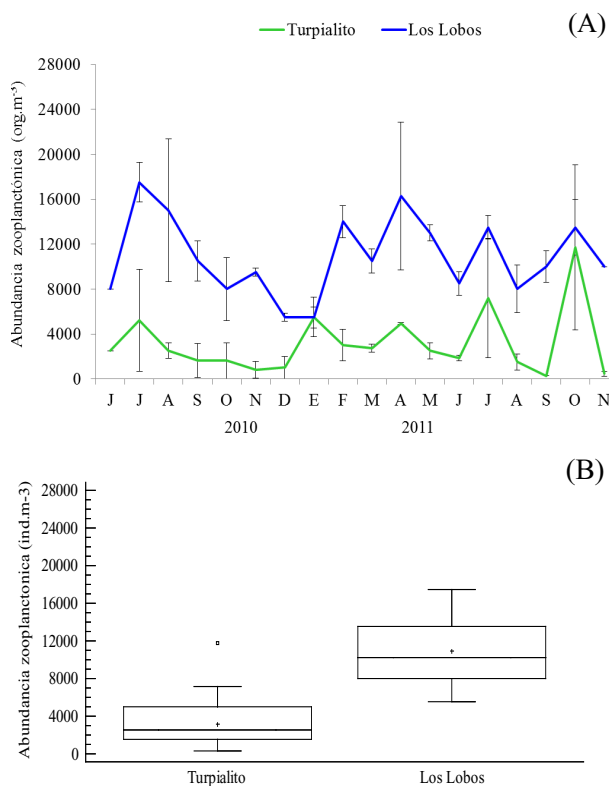


Fig. 5. (A) Variación temporal y (B) diagrama de caja con la distribución espacial de la abundancia zooplanctónica (org.m⁻³) en la Turpialito y Los Lobos.

mayor abundancia que los copépodos; se ausentaron en octubre 2010. Estos dos grupos combinados, constituyeron el 81,9 % de la comunidad zooplanctónica.

En Turpialito, los grupos con menor abundancia fueron los ostrácodos con 3,2 %, las larvas de anélidos con un 2%, las apendicularias y los tintínidos con 1,9 y 1 %, respectivamente. En el rubro de “otros” con una abundancia relativa < 0,50 % se incluyeron las larvas de moluscos, anfípodos, nematodos, y cladóceros entre otros (Fig. 6A).

En Los Lobos, la composición del zooplancton estuvo representada por 19 grupos zooplanctónicos (Tabla 3). Destacaron por su abundancia los grupos del

holoplancton en ambas épocas estudiadas: copépodos, apendicularias, cladóceros e hidromedusas. A diferencia de Turpialito, en esta localidad, no se registraron larvas de cirrípedos dentro del meroplancton (Tabla 3). Sin embargo, al igual que en Turpialito, los copépodos, constituyeron el 48,4 % del total de organismos recolectados (Fig. 6B), con abundancia promedio de $12385 \pm 11578 \text{ org.m}^{-3}$. La mínima abundancia se registró en julio 2011 (1857 org.m^{-3}) y la máxima en octubre 2010 ($184286 \text{ org.m}^{-3}$). Las larvas de decápodos ocuparon el segundo lugar en abundancia (26,9%) del total del zooplancton recolectado, con promedio de $6887 \pm 5987 \text{ org.m}^{-3}$. Su máxima abundancia se registró en octubre 2011 ($167143 \text{ org.m}^{-3}$) y la mínima en septiembre

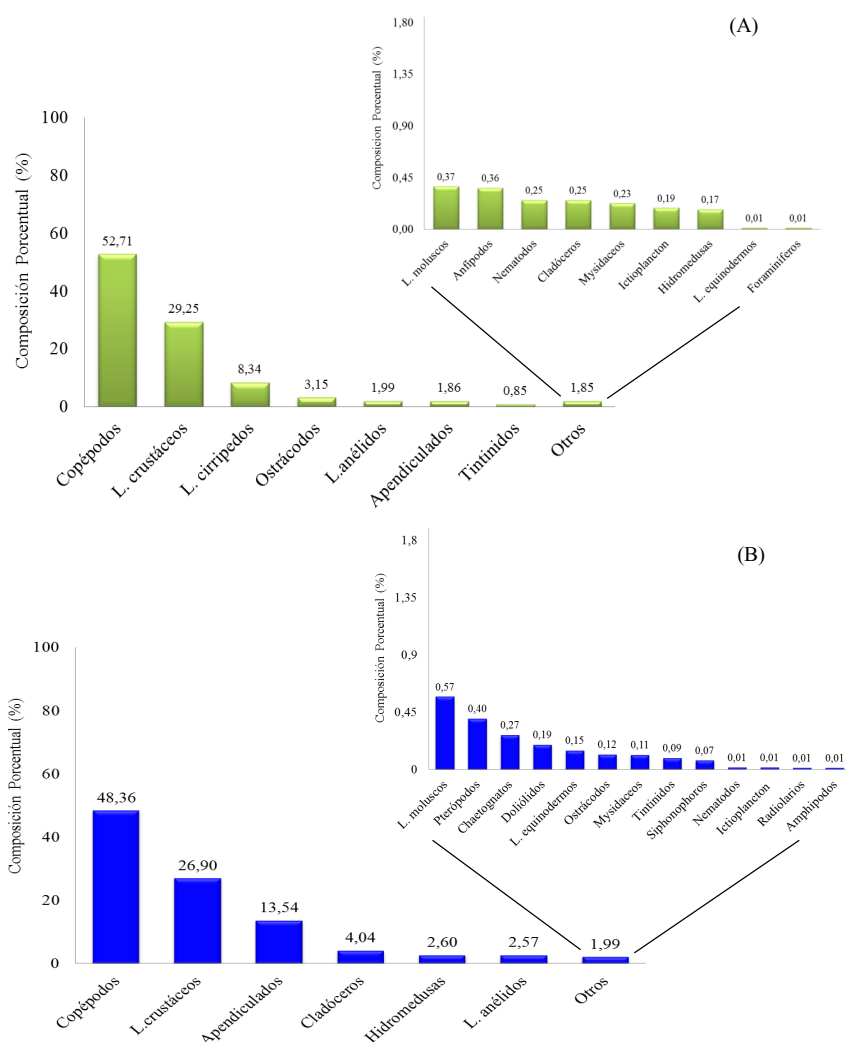


Fig. 6. Composición porcentual general de los grupos zooplanctónicos presente en la ensenada de Turpialito (A) e Islotes los Lobos (B). En la parte inferior de los gráficos los grupos de mayor abundancia y en la parte superior los grupos del región “otros”

2011 (114 org.m⁻³). Estos dos grupos se contabilizaron durante todo el estudio. Las apendicularias ocuparon el tercer lugar (13,5 %), con abundancia media de 3468 ± 2789 org.m⁻³. Su máxima abundancia se registró en octubre 2010 (97143 org.m⁻³) y se ausentaron en junio 2010, enero 2011 y marzo 2011. Estos tres grupos combinados constituyeron el 92,8 % de la comunidad zooplanctónica.

En Los Lobos, los otros grupos con menor abundancia fueron cladóceros (4 %), hidromedusas (2,6 %), larvas de anélidos (2,6 %), y el reglón “otros” con el 1,9 % que componen el resto de la población de los organismos zooplanctónicos (Fig. 6B).

Se detectaron diferencias significativas en la abundancia del zooplankton entre las localidades (F=14,53, *p* < 0,05). Se confirma una mayor abundancia y número de grupos zooplanctónicos en Los Lobos. El coeficiente de variación de este factor fue el más alto (37,83%; Tabla 2C).

En Turpialito se identificaron 39 especies de copépodos vs. 46 en Los Lobos. Los copépodos *Paracalanus quasimodo*, *Acartia tonsa*, *Temora turbinata*, *Oithona nana*, constituyeron las especies más abundantes en Turpialito, mientras que en Los Lobos fueron *P. quasimodo*, *T. turbinata*, *T. stylifera*, *Eucalanus subtenus*. *Oncae media*, *O. nana* y *O. plumifera*.

Entre los ostrácodos se identificaron los géneros *Porroecia*, *Pseudoconchoecia* y *Euconchoecia*. Entre las apendicularias se registró a *Oikopleura (Coecaria) longicauda* como la más abundante y frecuente, seguida por *Oikopleura (Vexillaria) dioica* y con abundancias bajas continuaron *Fritillaria haplostoma*, *F. formica* y *Fritillaria sp.*

En el MDS se observa la disimilitud de la composición entre las localidades, con mayor homogeneidad en Los Lobos con respecto a Turpialito (Fig. 7A). Con respecto a las épocas, en Turpialito se distinguió una separación entre las abundancias de surgencia y relajación, siendo más homogéneas las muestras de surgencia. En Los Lobos no se detectaron diferencias estructurales entre las comunidades por época (Fig. 7 B, C).

El SIMPER mostró a los copépodos como el grupo más exitoso en ambas localidades. Las medias de abundancia de este grupo ocupan el primer lugar en Turpialito con 36,49 org.m⁻³ y en Los Lobos con 81,78

org.m⁻³. El segundo lugar lo ocuparon las larvas de crustáceos en Turpialito (18,14 org.m⁻³) y en Los Lobos (30,15 org.m⁻³); el tercer lugar fue ocupado por los cladóceros solo en Los Lobos con 24,47 org.m⁻³ (Tabla 4).

El porcentaje de disimilitud entre las localidades basado entre los grupos zooplanctónicos fue de 55,72%. Los promedios de contribución de cada grupo mostraron que tres grupos combinados (copépodos, larvas de decápodos y cladóceros) representaron aproximadamente un 50% del total de la comunidad zooplanctónica en las localidades estudiadas (Tabla 4).

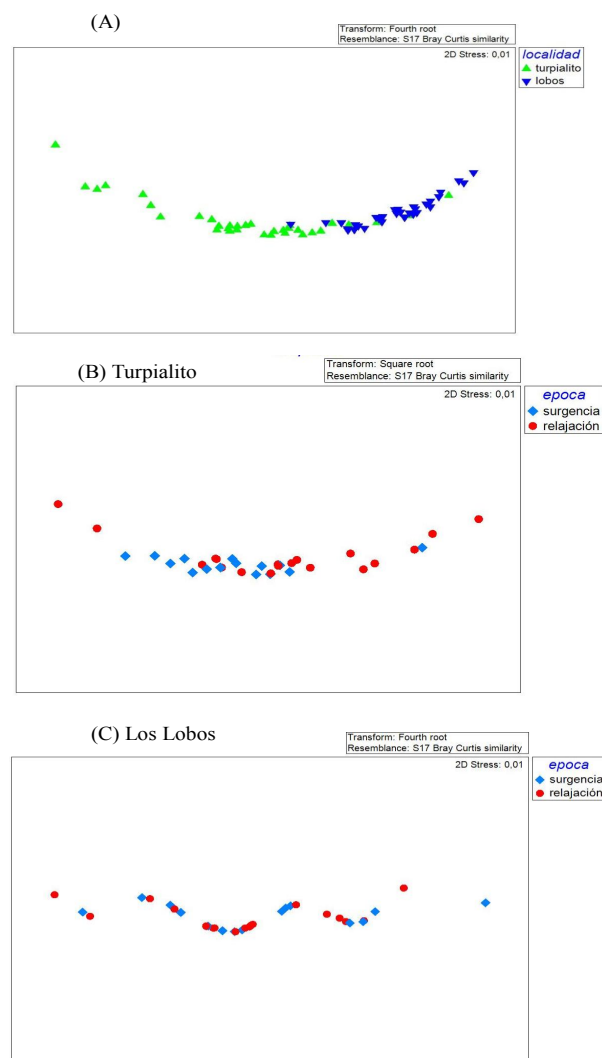


Fig. 7. Ordenación multivariada (MDS) de la composición zooplanctónica por localidad (A), por época en Turpialito (B) y por época en Los Lobos (C).

TABLA 3 Abundancia total y relativa (%) de los grupos zooplanctónicos hallados en Turpialito y en Los Lobos durante las épocas de surgencia y relajación. Entre paréntesis, la desviación estándar.

Grupos	Turpialito				Islotes Los Lobos			
	Surgencia	%	Relajación	%	Surgencia	%	Relajación	%
Foraminíferos			14 (3)	0,02				
Radiolarios							43 (5)	0,01
Tintínidos	571 (93)	1,2	343 (28)	0,6	500 (70)	0,3	257 (30)	0,04
Hidromedusas	71 (10)	0,2	114 (12)	0,2	3771 (237)	2,4	18886 (3151)	2,7
Siphonophora							600 (77)	0,1
Nemátodos	114 (9)	0,2	157 (16)	0,3	14 (4)	0,01	100 (10)	0,01
Cladóceros	86 (15)	0,2	186 (17)	0,3	11171 (1376)	6,3	23986 (121)	3,5
Ostrácodos	1843 (132)	3,81	1543 (121)	2,6	671 (91)	0,4	343 (37)	0,05
Copépodos	30771 (1927)	63,6	25843 (2143)	43,8	109229 (4258)	62,02	311857 (39904)	44,9
Apendiculados	729 (78)	1,51	1271 (177)	2,1	8343 (1007)	4,7	109586 (21588)	15,8
Doliólidos					100 (22)	0,06	1571 (318)	0,2
Misidáceos	143 (26)	0,30	100 (10)	0,1	643 (88)	0,4	343 (23)	0,05
Anfípodos	57 (7)	0,1	329 (53)	0,6	14 (4)	0,01		
Pterópodos					29 (7)	0,02	3414 (634)	0,5
Quetognatos					571 (70)	0,3	1757 (115)	0,3
Ictioplancton	200 (40)	0,4			29 (5)	0,02	86 (7)	0,01
Larvas crustáceos	6386 422	13,2	24986 (4223)	42,3	35243 (2170)	20,01	198929 (37061)	28,6
Larvas anélidos	800 (48)	1,7	1344 (138)	2,3	3729 (238)	2,1	18614 (3154)	2,7
Larvas moluscos	186 (13)	0,4	214 (116)	0,3	1643 (250)	0,9	3300 (421)	0,5
Larvas cirrípedos	6429 (580)	13,2	2571 (240)	4,4				
Larvas equinodermos			14 (3)	0,02	414 (30)	0,2	857 (65)	0,1

En el ACP se detectaron diferencias significativas a nivel de localidad, los tres ejes explican el 61,3% de la variación acumulada. Esta separación entre localidades se atribuye a las variables explicadas en el eje 1, donde se observa a Turpialito con correlaciones positivas entre la temperatura y oxígeno disuelto. Estas variables se correlacionaron de forma negativa con la abundancia zooplanctónica. En el Eje 2 la variable relacionada con Turpialito fue la abundancia fitoplanctónica (Fig. 8A).

En Turpialito el ACP detectó diferencias significativas entre las muestras de surgencia y relajación (Fig. 8B); los tres ejes explican el 66,6% de la variación acumulada. Esta separación entre las épocas esta explicado por las variables del eje 1, donde se observa a la izquierda la época de relajación relacionada con la temperatura con una correlación inversa con la abundancia zooplanctónica. Mientras que en el eje 2 se ubica la abundancia fitoplanctónica, las cuales no se encuentran vinculadas a ninguna época.

En el ACP de Los Lobos no se detectaron diferencias significativas a nivel de época (Fig. 8C); los tres ejes explican el 61,3% de la variación acumulada. El eje 1 explica la asociación entre las variables temperatura, concentración de oxígeno disuelto y salinidad y estas a su vez se correlacionaron inversamente con la abundancia zooplanctónica. Mientras que en el eje 2 se encuentra la abundancia fitoplanctónica.

DISCUSIÓN

Las condiciones oceanográficas de las dos zonas de estudio, al igual que toda la región nororiental del Caribe, se ven afectadas por el fenómeno de surgencia costera estacional (LORENZONI *et al.* 2013; SCRANTON *et al.* 2014; JURY 2017; RUEDA-ROA *et al.* 2018). En general, en Turpialito se registró mayor temperatura que en Los Lobos; sin embargo, el efecto de la surgencia costera se evidenció con más claridad en la primera zona, con valores más bajos durante los primeros meses

TABLA 4. Abundancia y porcentaje de contribución de la varianza de similitud y disimilitud Bray- Curtis (Análisis SIMPER) de los grupos zooplanctónicos en las localidades estudiadas. Abun. = abundancia; Diss.= disimilitud.

Localidades	Promedio similitud	Grupos	Promedio Abun.	Promedio Similitud	Sim/SD	% contribución	% acumulativo
Turpialito	53,33	Copépodo	36,49	26,65	3,01	49,98	49,98
		L. Crustáceos	18,14	6,92	0,91	12,97	76,15
		L. Cirrípedos	13,04	7,04	1,21	13,2	63,18
		Ostrácodos	8,1	5,08	1,27	9,52	85,67
		L. Poliquetos	6,17	3,24	0,99	6,08	91,75
Los Lobos	65,77	Copépodo	81,78	30,5	4,7	46,37	46,37
		L. Crustáceos	30,15	8,29	1,82	12,61	58,98
		L. Cirrípedos	21,28	6,64	2,3	10,09	69,07
		Apendicularias	20,37	5,09	1,47	7,73	76,8
		Cladóceros	24,47	5,06	0,92	7,7	84,5
		L. Poliquetos	14,19	4,69	2,65	7,14	91,64
Promedio de disimilitud	Grupos	Promedio Abundancia Turpialito	Promedio Abun. Los Lobos	Promedio disimilitud	Diss/SD	% contribución	% acumulativo
55,72	Copépodo	36,49	81,789	15,05	1,82	27,02	27,02
	L. Decápodos	18,14	30,15	7,39	1,09	13,27	40,28
	Cladóceros	1,44	24,48	6,77	1,18	12,15	52,43
	Apendicularios	4,52	20,37	5,27	1,29	9,46	61,89
	L. Cirrípedos	13,04	21,28	4,29	1,2	7,7	69,59

del año, como lo señalan OKUDA *et al.* (1978), MARQUEZ *et al.* (2011) y MARTÍNEZ *et al.* (2011) para el golfo de Cariaco. Los resultados obtenidos en Los Lobos no coinciden con los registrados en estudios cercanos entre las aguas del sur de Isla de Margarita y Península de Araya por GÓMEZ & CHANUT (1993), GÓMEZ (2007), y PERALTA *et al.* (2012), quienes reportaron temperaturas más elevadas durante el período de relajación. Esto

ocurre regularmente en la región, ya que en algunos años acontece una surgencia costera secundaria, que depende más de la intensificación estacional de la corriente del Caribe que del viento (RUEDA-ROA *et al.* 2018).

La diferencia en salinidad, con concentraciones más bajas en Turpialito que en Los Lobos, con valores atípicos en julio 2010 y 2011, pudo deberse a las altas

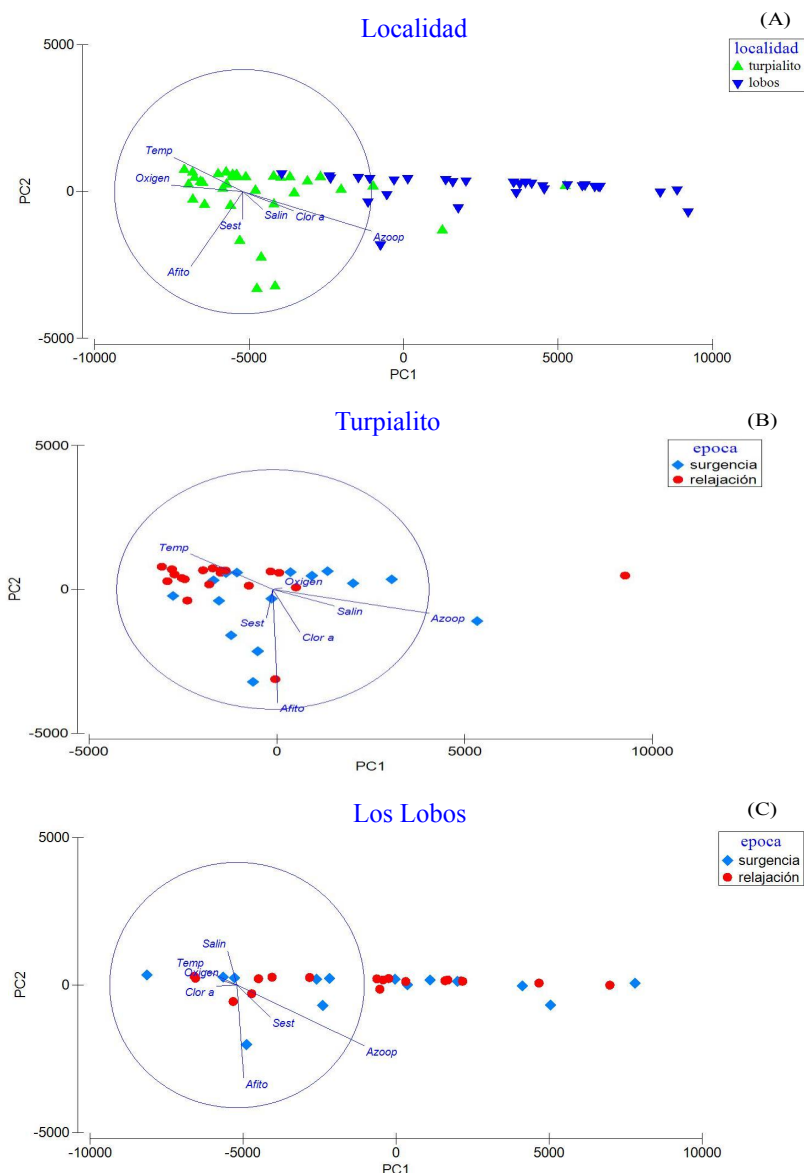


Fig. 8. Análisis de Componentes Principales (ACP), donde se muestra la proyección ortogonal de los dos primeros componentes de las variables bióticas y abióticas entre localidades (A), en la ensenada de Turpialito (B) e islotes Los Lobos (C). Leyenda: Temp: temperatura, Salin: salinidad, Oxigen: oxígeno disuelto, Clor a: clorofila a, Sest: concentración de seston, Afito: abundancia de fitoplancton, Azoo: abundancia de zooplancton. (triángulo verde: Turpialito, triángulo azul: Los Lobos; rombo azul= época de surgencia; círculo rojo= época de relajación).

precipitaciones acontecidas en la zona (INAMEH, 2011), además de la cercanía a la desembocadura del río Manzanares, principal río del golfo de Cariaco (MARTÍNEZ *et al.* 2001). Este descenso salino también fue reportado en la misma localidad por MÁRQUEZ-ROJAS *et al.* (2011) en julio 2003 y por GARCÍA (2013) en julio 2011. Esta variable también presentó fluctuaciones por épocas, reportando los máximos de salinidad durante surgencia y las menores concentraciones en la época de lluvias coincidiendo con MÜLLER-KARGER *et al.* (2004) en la cuenca de Cariaco y PIRELA-OCHOA *et al.* (2008) en la Isla de Cubagua. Es importante destacar que la pluma del Orinoco produce un notable cambio en la salinidad en el sector oriental del Mar Caribe (CASTELLANOS *et al.* 2000; MARTÍN *et al.* 2007), influyendo más directamente en Los Lobos, mientras que en Turpialito las bajas concentraciones de salinidad son debido a las aguas de escorrentía o de los pozos sépticos de las viviendas cercanas a la orilla (ROA & UROSA 1974; MÁRQUEZ-ROJAS *et al.* 2016), aunado a la desembocaduras de riachuelos, quebradas y el aporte del río Manzanares.

Las mayores concentraciones de oxígeno disuelto se registraron en Turpialito, puesto que las muestras se recolectaron cerca de la zona de rompiente de las olas, que permiten el intercambio agua-atmosfera, mientras que en Los Lobos las bajas concentraciones de oxígeno disuelto se explican con los valores altos de seston; se sugiere que esos descensos en los valores se deben al consumo implicado en la degradación de la materia orgánica (LA BARBERA *et al.* 1999; GÓMEZ *et al.* 2000). En Turpialito el seston también puede estar relacionado con la presencia de manglares en el margen costero, generando una gran cantidad de detritus y material orgánico al sistema, que se convierte en un recurso alimenticio disponible para los organismos filtradores (ACOSTA *et al.* 2011). En cambio, en Los Lobos la acumulación de materia orgánica puede ser resultado de la descomposición local de los pastos marinos (*Thalassia testudinum*) y microalgas o bacterias que se concentran cerca del fondo, así como de la productividad primaria y secundaria asociada a la surgencia costera estacional. El ACP de Los Lobos corroboró este efecto con la correlación inversa del seston con la asociación de temperatura y abundancia fitoplanctónica.

Por otra parte, la abundancia fitoplanctónica también difirió entre las épocas de muestreos. En este sentido, ESTRADA & BLASCO (1979) y TILSTONE *et al.* (1994) señalaron que el crecimiento del fitoplancton se

relaciona con el proceso de surgencia costera y que varía de acuerdo a la intensidad de la misma. Estas diferencias entre períodos han sido señaladas previamente por FERRAZ-REYES (1987) en el golfo de Cariaco, MARÍN *et al.* (2004) en la ensenada de Turpialito, RIVAS-ROJAS *et al.* (2007) y SALAZAR-GÓMEZ *et al.* (2011) en playa San Luís y GÓMEZ & CHANUT (1993) y GÓMEZ *et al.* (2012, 2014) en el sur de Isla de Margarita.

En el ACP se corroboraron las diferencias observadas en la abundancia fitoplanctónica entre las localidades. En Turpialito la abundancia zooplanctónica fue menor, mientras que el fitoplancton fue muy abundante. En cambio, Los Lobos se caracterizó por una situación opuesta, con una abundancia de zooplancton elevada, compuesta principalmente por copépodos fitófagos que pudieran ejercer un intenso pastoreo, que se refleja en la baja abundancia fitoplanctónica local. Esta elevada abundancia del zooplancton, principalmente de copépodos, muestra el potencial de la zona para la transferencia de energía al recurso pesquero más importante (*Sardinella aurita*) de la región nororiental de Venezuela, como ha señalado GÓMEZ (2015, 2019), quien reconoce que la sardina se alimenta selectivamente de copépodos y cladóceros durante sus primeros estadios; posteriormente se alimentan por filtración.

Al comparar los valores de abundancia zooplanctónica obtenidos en ambas localidades, se nota que las estimaciones son considerablemente menores que las reportadas en trabajos previos aplicando el mismo método de captura (MARCANO *et al.* 2010, NARVÁEZ-RUIZ *et al.* 2019) en la bahía de Mochima, donde realizaron estudios en aguas afectadas por la laguna de estabilización de la planta de tratamiento de las aguas residuales del pueblo, que implica un gran aporte de nutrientes al agua estimulando así la dinámica de la comunidad planctónica. Las estimaciones son también menores a los datos de GARCÍA (2013) en Turpialito, que reporta mayores valores debido a la mayor intensidad de muestreo. Estas diferencias también pudieran ser explicadas por cambios estacionales de la intensidad de la surgencia referidos por TAYLOR *et al.* (2012), lo que indica que para los años en que se realizó este estudio no se evidenció una surgencia costera de gran intensidad.

La abundancia zooplanctónica también presentó una marcada variabilidad estacional, con la mayor abundancia durante la surgencia costera. Este comportamiento también fue evidenciado por MARÍN *et al.* (2004) en Turpialito y MÁRQUEZ-ROJAS *et al.* (2011) en el golfo de

Cariaco. Mientras tanto, los resultados de HERNÁNDEZ & GÓMEZ (2014) en la Isla de Margarita, no coinciden con lo antes expuesto. Estos autores concluyen que no existe una periodicidad clara en la abundancia zooplanctónica asociada a la surgencia costera, ni variación a escalas de meses, sino variaciones a escalas temporales pequeñas. Por consiguiente, se destaca que el patrón estacional no se comporta de la misma manera cada año, lo que demuestran las series de tiempo analizadas por TAYLOR *et al.* (2012) y PINCKNEY *et al.* (2015).

Por su parte, la composición zooplanctónica mostró alternancia en la dominancia de ciertos grupos en cada localidad, reflejando un mayor número de grupos zooplanctónicos en Los Lobos que en Turpialito. Estas diferencias mensuales también fueron halladas por MÁRQUEZ-ROJAS *et al.* (2009) en la cuenca de Cariaco, donde se observó una amplia variabilidad temporal en la composición y abundancia de la comunidad zooplanctónica.

En general, el número de grupos zooplanctónicos registrados en ambas localidades en la presente investigación, fue relativamente bajo al compararlo con los estudios previos de GÓMEZ & HERNÁNDEZ-ÁVILA (2008), MARCANO *et al.* (2010) y MÁRQUEZ-ROJAS *et al.* (2011). En estos trabajos se reportaron más de 20 grupos zooplanctónicos en varias zonas del oriente venezolano. La variabilidad en el número de grupos taxonómicos del zooplancton en el tiempo es una cualidad fundamental en la estructura de la comunidad, y evidencia los cambios ambientales de temperatura, salinidad, circulación de agua, luminosidad, así como otros factores físicos y biológicos, los cuales constituyen heterogeneidad de nichos (LÓPEZ-GARCÍA 2007).

Esos cambios ambientales, dependiendo de la escala espacial y temporal que se estudie, favorecen que los grupos taxonómicos del zooplancton se modifiquen en cantidad, abundancia y diversidad con respecto al entorno ambiental en diferentes escalas (HERNÁNDEZ-TRUJILLO *et al.* 2010). Esto quedó reflejado en el presente trabajo, donde el bajo número de grupos zooplanctónicos pudo originarse debido a la debilidad de la surgencia costera durante el período de estudio, resultando en un menor número de grupos zooplanctónicos, aunque con abundancias altas y clara dominancia de ciertos grupos. Al respecto, TAYLOR *et al.* (2012) y PINCKNEY *et al.* (2015) también señalaron grandes diferencias anuales en los parámetros bióticos y abióticos en el nororiente de Venezuela. Por consiguiente, la diferencia estacional

en el número de grupos y abundancia zooplanctónica observadas durante los 18 meses del estudio, revelan la necesidad del establecimiento de series de tiempo de larga duración.

La presencia o ausencia de ciertos grupos o especies zooplanctónicas pueden considerarse como indicadores locales de condiciones ambientales o bien como bioindicadores que pueden manifestar el estado de la comunidad en términos de biogeografía, biodiversidad, hidrografía o perturbaciones humanas (MAC NALLY & FLEISHMANN 2004; IANACONE & ALVARINO 2006) entre otras.

En ambas localidades estudiadas se confirmó la dominancia de los copépodos en más de un 50%, con una mayor cantidad de especies en Los Lobos (41) que en Turpialito (35). *Paracalanus quasimodo*, *Temora turbinata* y *Acartia tonsa* constituyeron las especies más abundantes en Turpialito, mientras que en la otra localidad se adicionaron *T. styliifera* y *Eucalanus subtenuis* a las dos primeras mencionadas anteriormente. En ese sentido, la coexistencia de las especies en el mismo sistema podría ser explicado por las diferencias en las estrategias reproductivas y la dieta disponible (CHAALALI *et al.* 2013; DAVID *et al.* 2016); por ejemplo, varias especies de *Acartia* son consideradas como estrategas “r” (cuerpo pequeño, ciclo de vida corto, colonizadores rápidos) (HIRCHE 1992), mientras que *T. turbinata* se califica como estratega “k” (CHENG-HAN *et al.* 2010), así como ser más generalistas que especialistas, respectivamente, en términos de tolerancias fisiológicas y estrategias de alimentación (ELLIOTT & WHITFIELD 2011). Por lo tanto, la alta variabilidad ambiental permite coexistir a especies con características similares, apoyando la teoría de la “paradoja del plancton” (SCHEFFER *et al.* 2003).

La presencia de estas especies en este estudio coincide con los antecedentes sobre la fauna de copépodos dominantes en las zonas costeras insulares del estado Nueva Esparta (Laguna La Restinga), cuenca de Cariaco y golfo de Cariaco (MÁRQUEZ-ROJAS *et al.* 2006, 2009, 2017; GÓMEZ, 2019), así como del Mar Caribe y golfo de México (MICHEL & FOYO 1976; CAMPOS-HERNÁNDEZ & SUÁREZ-MORALES 1994; SUÁREZ-MORALES 1996; RUIZ-PINEDA *et al.* 2016).

El segundo grupo con mayor influencia numérica en ambas localidades fueron las larvas de crustáceos decápodos. Esto ilustra el efecto de la variación de aportes del meroplancton en la abundancia y composición de la comunidad del zooplancton; gran

parte de las especies del orden Decapoda presentan etapas de transición entre los componentes béticos y pelágicos del medio (McEDWARD 1995). Además, varios eventos de aportes de larvas de cirrípedos y braquiuros también fueron observados durante algunos meses. Especialmente durante los meses de surgencia costera, en ambas localidades, incrementaron en varios órdenes de magnitud la abundancia total del zooplankton las larvas de crustáceos decápodos. Casos similares han sido señalados previamente por UROSA (1980) y ELISTA *et al* (2017) en la ensenada de Turpialito y HERNÁNDEZ-ÁVILA & GÓMEZ (2014) en la Isla de Margarita. Además, en zonas afectadas por el proceso de surgencia costera se ha destacado el efecto del aporte de larvas de cirrípedos, en especial en costas rocosas (SKINNER *et al.* 2011).

Los ostrácodos obtuvieron un porcentaje relativamente alto en la ensenada de Turpialito; por lo general, no se les considera como un componente importante en la biomasa total del zooplankton (RAYMONT 1983). Sin embargo, en zonas costeras se han registrado áreas en las que, durante ciertos períodos, llegan a ser muy abundantes, formando parches (GASCA & SUÁREZ-MORALES, 1996; MARTIN & DAVIS 2001), coincidiendo con lo reportado en Turpialito. Se identificaron los géneros *Porroecia*, *Pseudoconchoecia* y *Euconchoecia*, siendo este último el más abundante. Varios estudios han reportado la presencia de ostrácodos en el golfo de Cariaco, sin hacer referencia de la composición específica (LEGARÉ 1961; ZOPPI 1961; MÁRQUEZ-ROJAS *et al.* 2006, 2011). GRANADILLO (1985) estudió los ostrácodos del golfo de Cariaco, identificando 12 especies, destacando por su abundancia *Pseudoconchoecia concentrica*, *Procerocia microprocera*, *Porroecia porrecta* y *Euconchoecia aspicula*, esta última con un 14,4% de abundancia con respecto a los otros ostrácodos.

En Los Lobos, el tercer grupo en abundancia les correspondió a los tunicados holoplanctónicos de la clase Appendicularia; sus géneros más comunes en las aguas costeras tropicales y templadas son *Oikopleura* y *Fritillaria* (CASTELLANOS-OSORIO *et al.* 2012), lo que parece apoyar los hallazgos de la presente investigación, donde *O. longicauda*, *O. dioica* y *F. haplostoma* fueron las más abundantes y frecuentes. También es importante destacar que las dos primeras especies obtuvieron mayor representación en los Lobos, mientras que *F. haplostoma*, así como otras especies de *Fritillaria* fueron más abundantes en Turpialito. Esta segregación de géneros coincide con lo mencionado por FLORES-COTO

et al. (2010) en su estudio de apendicularias en el sur del Golfo de México, donde indicaron que esta distribución segregada parece estar fuertemente influenciada por la surgencia costera, corrientes asociadas y por la turbidez derivada de la descarga de aguas continentales, además de las diferencias en la dieta. Por lo tanto, esto coincide con la mayor presencia de varias especies de *Fritillaria* en Turpialito, con aguas de baja salinidad y alta turbidez, mientras que la mayor abundancia de las especies de *Oikopleura* en Los Lobos se podría relacionar con otras condiciones: la ausencia de descargas de ríos, baja turbidez, temperatura y salinidad relativamente homogéneas.

Las especies de apendicularias reportadas en este estudio ya han sido citadas en el golfo de Cariaco y la bahía de Mochima (LEGARÉ 1961; ZOPPI 1971; MÁRQUEZ-ROJAS *et al.* 2006; MÁRQUEZ-ROJAS & ZOPPI 2017), sin embargo, el número reportado es bajo si se compara con más de las 10 especies citadas para la zona nor-oriental de Venezuela (ZOPPI 1971; MÁRQUEZ-ROJAS *et al.* 2006).

Otro grupo holoplanctónico, que ocupó el cuarto lugar en abundancia en Los Lobos, fueron los Branchiopoda (cladóceros), particularmente en la época de relajación. SAMPAIO *et al.* (2011) indicaron que los cladóceros tienen mayor afinidad a las aguas cálidas y en los meses de calma, coincidiendo con los resultados obtenidos en la presente investigación. Su presencia en las áreas costeras también se relaciona con la producción de huevos de resistencia como parte de su ciclo vital, los que serían resuspendidos por fuerza de marea y acción del viento, como los factores de mayor importancia en estas áreas poco profundas (EGLOFF *et al.* 1997). Casos similares fueron señalados por AÑEZ (1983) y HERNÁNDEZ-ÁVILA & GÓMEZ (2014) quienes registraron a los cladóceros entre los primeros grupos con mayor abundancia en las diferentes zonas estudiadas de la Isla de Margarita.

Los grupos funcionales que solo ocurrieron en Turpialito fueron los anfípodos y los foraminíferos. La presencia de estos grupos bentónicos ha sido reportada por AÑEZ (1983), CASANOVA *et al.* (2007), GARCÍA (2013) y BLANCO *et al.* (2016) e indicaron que su presencia en la columna de agua se deba a fenómenos de circulación vertical. En este sentido, la ensenada de Turpialito presenta un sustrato rocoso que permite la presencia de estos organismos, que dependerán principalmente, de la interacción con sus depredadores (NELSON 1979), de la exposición al oleaje y la complejidad del

hábitat (CHAVANICH & WILSON 2000) y, finalmente de la diversidad de recursos y la tolerancia fisiológica (POORE 1994). No obstante, en Los Lobos la diferencia se debió a la mayor presencia de organismos pelágicos (radiolarios, sálpidos, sifonóforos, moluscos pterópodos y quetognatos); aparentemente, esta composición se sustenta en la fisiografía de esta localidad, ya que es uno de los únicos afloramientos de gran extensión superficial de la plataforma submarina nororiental de Venezuela, entre la Isla de Margarita y tierra firme (SALAZAR 1997), originando mayor composición de organismos holoplanctónicos y explica adicionalmente el aumento en la riqueza de especies. Así mismo, esta zona presenta una elevada productividad primaria, modulada principalmente por el proceso de surgencia costera (GÓMEZ 1996; MÜLLER-KARGER *et al.* 2004), aunado a otros procesos hidrográficos que operan en el área, como son los aportes de los ríos y lagunas costeras, así como las ondas internas, que hacen posible el enriquecimiento de estas aguas (GÓMEZ 1996; VARELA *et al.* 2003).

De acuerdo a los resultados obtenidos, la escala temporal de quincenas no es concluyente estadísticamente, debido a que existió mayor variación a escala mensual ligada a las épocas, así como cambios en los patrones de variación entre localidades. Por consiguiente, durante la época de surgencia costera se registró una mayor abundancia zooplanctónica en ambas localidades. Tradicionalmente el proceso de surgencia costera se ha reconocido como el como el principal modulador del sistema marino-costero del nororiente de Venezuela (LORENZONI *et al.* 2013; SCRANTON *et al.* 2014; JURY 2017; RUEDA-ROA *et al.* 2018), coincidiendo con lo observado en la presente investigación; sin embargo, otros procesos hidrográficos en el área, como se mencionó anteriormente (aportes del río Orinoco y las lagunas costeras, ondas internas) hacen posible el enriquecimiento de las aguas cuando la surgencia costera cesa (GÓMEZ 1996; VARELA *et al.* 2003), lo que permite sustentar la abundancia planctónica durante el resto del año. Esta afirmación quedó demostrada con el ACP en Los Lobos, donde no se encontró una relación directa de las variables estudiadas con la mayor abundancia zooplanctónica durante los meses del estudio.

REFERENCIAS

ALVERA-AZCÁRATE, A., A. BARTH & R. WEISBERG. 2009. A nested model of the Cariaco Basin (Venezuela): description of the basin's interior hydrography and

interactions with the open ocean. *Ocean Dynamics* 59(1): 97-120.

ACOSTA, V., A. PRIETO, B. LICETT, Y. LONGART & M. MONTES. 2011. Rendimiento, índice de condición y esfuerzo reproductivo del mejillón verde *Perna viridis* en cultivo de fondo en el golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. *Zootecnia Trop.* 29(4): 399-410.

ANDERSON, M. 2001. A new method for nonparametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecol.* 26: 32-46.

AÑEZ, T. 1983. *Distribución y abundancia del zooplankton (excepto copépodos), entre Boca del Río (Isla de Margarita) y la Isla de Cubagua (edo. Nueva Esparta)*. Trab. Grad. Lic Biología, Universidad de Oriente, Boca de Río, Venezuela, 99 pp.

BLANCO A., B. MÁRQUEZ-ROJAS & O. DÍAZ-DÍAZ. 2016. Abundancia y distribución de los foraminíferos planctónicos, en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 55(2): 60-71.

BOLTOVSKOY, D. 1999. *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. Vols. I & II 1706 pp.

BOWDEN, K. 1983. *Physical oceanography of coastal waters*. Ellis Horwood series in marine science, Ellis Horwood Limited.

CAMPOS-HERNÁNDEZ, A. & E. SUÁREZ-MORALES. 1994. *Copépodos pelágicos del golfo de México y Mar Caribe. I. Biología y sistemática*. Regina de los Ángeles S. A. Primera edición. México. 363 pp.

CASANOVA, E., E. ZOPPI & 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. 2000. 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

CASTELLANOS-OSORIO I., R. HERNÁNDEZ, A. MORALES & M. CORRALES. 2012. Apendicularias (Urochordata) y quetognatos (Chaetognatha) del Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 60(60): 243-255.

- CHAALALI, A., G. BEAUGRAND, V. RAYBAUD, E. GOBERVILLE, V. DAVID, P. BOËT & B. SAUTOUR. 2013. Climatic facilitation of the colonization of an estuary by *Acartia tonsa*. *PLoS ONE* 8, e74531. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0074531>.
- CHAVANICH, S. & K. WILSON. 2000. Rocky intertidal zonation of Gammaridean Amphipods in Long island sound, Connecticut. *Crustaceana* 73(7): 835-846.
- CHENG-HAN, W., H.-U. DAHMS, H. -U., J. E. BUSKEY, R. STRICKLER & H. JIANG-SHIU. 2010. Behavioral interactions of the copepod *Temora turbinata* with potential ciliate prey. *Zoological Studies* 49(2): 157-168.
- CLARKE, K. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austral. J. Ecol.* 18: 117-143.
- CLARKE, K. & R. GORLEY. 2006. PRIMER v5 (and v6): User manual/tutorial. PRIMER-E, Plymouth, UK, 192 pp.
- DAVID V., J. SELLESLAGH, A. NOWACZYK, S. DUBOIS, G. BACHELET, H. BLANCHET, B. GOULLIEUX, N. LAVESQUE, M. LECONTE, N. SAVOYE, B. SAUTOUR & J. LOBRY. 2016. Estuarine habitats structure zooplankton communities: Implications for the pelagic trophic pathways. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2016.01.022>
- D'ALELIO, D., S. LIBRALATO, T. WYATT & M. R. D'ALCALÀ. 2016. Ecological-network models link diversity, structure and function in the plankton food-web. *Sci. Rep.* 6: 21806.
- DIXON, P. & A. ROBERTSON. 1986. A compact, self-contained zooplankton pump for use in shallow coastal habitats: design and performance compared to net samples. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 32:97-100.
- ELISTA, E., B. MÁRQUEZ-ROJAS & L. PEREDA. 2017. Variabilidad temporal y espacial de la composición y abundancia de las larvas planctónicas de decápodos del golfo de Cariaco, estado sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*.
- ELLIOTT, M. & A. K. WHITFIELD. 2011. Challenging paradigms in estuarine ecology and management. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 94: 306-314.
- EGLOFF, D., P. FOFONOFF & T. ONBÉ. 1997. Reproductive biology of marine cladocerans. *Adv. Mar. Biol.* 31:79-167.
- ESTRADA, M. & D. BLASCO. 1979. Two phases of the phytoplankton community in the Baja California Upwelling. *Limnol. Oceanogr.* 24(6): 1065-1080.
- FERRAZ-REYES, E. 1987. Productividad primaria del golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 26(1&2): 97-110.
- FIGUEROA, D. 2002. *Zooplankton de formaciones coralinas: composición y distribución espacial de los ambientes neríticos*. Trab. Grad. Lic. Biología Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 150 pp.
- FLORES, O. 1992. *Análisis cuantitativo y cualitativo del zooplankton de la zona norte de la Península de Araya, estado Sucre*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 125 pp.
- FLORES-COTO, C., L. SANVICENTE-AÑORVE, F. VÁZQUEZ-GUTIÉRREZ & M. SÁNCHEZ-RAMÍREZ. 2010. Mesoscale distribution of *Oikopleura* and *Fritillaria* (Appendicularia) in the Southern Gulf of Mexico: spatial segregation. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 45(3): 379-388. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572010000300002>.
- FRUTOS, S. 1998. Densidad y diversidad del zooplankton en los ríos Salado y Negro-Planicie del Río Paraná-argentina. *Rev. Brasil. Biol.* 58(3):431-444.
- GARCÍA, D. 2013. *Distribución vertical y temporal del zooplankton con sistema de filtración por bomba en la ensenada de Turpialito, estado Sucre, Venezuela*, Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 73 pp.
- GASCA, R. & E. SUAREZ-MORALES. 1996. *Introducción al estudio del zooplankton marino*. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)/CONACYT. México. 711 pp.
- GÓMEZ, A. 1996. Causas de la fertilidad marina en el nororiente de Venezuela. *Interciencia* 21 (3):140:146.
- GÓMEZ, A. 2001. Recursos pesqueros: Caribe. *Investigación y Ciencia* 301: 36-38.
- GÓMEZ, A. 2007. Producción primaria en el sureste de la Isla de Margarita (Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 46(2): 97-105.
- GÓMEZ, A. 2015. Crisis de la pesca de sardina en Venezuela: abundancia de huevos de sardina *Sardinella aurita* en el este de Isla Margarita. Once años de estudio (2002-2013) y comentarios sobre

- muestreo, reproducción y desarrollo. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*. 54 (2): 95-108
- GÓMEZ, A. 2019. Variación a largo término (2002-2016) en la densidad y composición del mesozooplankton indica cambio de régimen en isla Margarita (Venezuela). *Bol. Investig. Mar. Cost.* 48(1), 65-87
- GÓMEZ, A. & I. HERNÁNDEZ-ÁVILA. 2008. Abundancia interanual del zooplankton nocturno en la costa este de Isla Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 47: 91-102
- GÓMEZ, A. & J. CHANUT. 1993. Hidrografía, producción y abundancia planctónica al sur de la Isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 32(1&2): 27-44.
- GÓMEZ, A., A. BARCELÓ & E. MATA. 2012. Condiciones hidrográficas (2007-2009) al sur de Isla Margarita y Península de Araya como indicio de disminución de la fertilidad regional y posible afectación del recurso sardinero venezolano. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 28(1-2): 35-45.
- GÓMEZ, A., E. MATA & O. GÓMEZ. 2014. Crisis de la pesca de sardina en Venezuela: variación de la biomasa del fitoplancton en el este de Margarita, una década de estudio (2003-2012) 2006. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 53 (1): 25-36
- GÓMEZ, E., J. DÍAZ, & I. SÁNCHEZ. 2000. Abundancia y biomasa del fitoplancton de la playa San Luis, Cumaná, Venezuela (Junio 1995-mayo 1996). *Ciencia* 8(1): 41 - 52.
- GRANADILLO, L. 1985. *Ostrácodos planctónicos de la región nororiental de Venezuela*. Trab. Grad. M.Sc. Ciencias Marinas, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela, 150 pp.
- HARRIS, R., L. PORTIER & R. YOUNG. 1986. A large-volume pump system for studies of the vertical distribution of fish larvae under open sea conditions. *J. Mar. Biol. Ass.* 66: 845-854.
- HENECHAN, R. F., J. D. EVERETT, J. L. BLANCHARD & A. J. RICHARDSON. 2016. Zooplankton are not fish: improving zooplankton realism in size-spectrum models mediates energy transfer in food webs. *Front. Mar. Sci.*, 3: 201.
- HERNÁNDEZ-ÁVILA, 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.
- HERNÁNDEZ-TRUJILLO, S., A. ZÁRATE-VILLAFRANCO, R. PACHECO-CHÁVEZ, G. ESQUEDA-ESCÁRCEGA, J. HERNÁNDEZ-ALFONSO & G. ACEVES-MEDINA, 2007. Pastoreo del mesozooplankton sobre el fitoplancton en la Bahía de La Paz, B. C. S., México. *Hidrobiológica*, 17(3): 225-231
- HERNÁNDEZ-TRUJILLO, S., G. ESQUEDA- ESCÁRCEGA & R. PALOMARES-GARCÍA. 2010. Variabilidad de la abundancia de zooplankton en Bahía Magdalena Baja California Sur, México (1997-2001). *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 38(3): 438-446.
- HIRCHE, H. J. 1992. Egg production of *Eurytemora affinis* defect of k-strategy. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 35: 395-407.
- HUQ, M. 1990. Variación e integración entre poblaciones desovantes de la sardina, *Sardinella aurita* y las anchovetas (Fam. Engraulidae) en la zona norte del edo. Sucre y las Islas de Coche y Cubagua, Venezuela. *Acta Cient. Venez.* 41 (Supl. 1) 96 pp.
- ICAMBERRY, J. & R. RICHARSON. 1972. Quantitative sampling of live zooplankton with a filter-pump system. *Limnol. Oceanog.* 18: 333-335.
- IANNACONE, J. & L. ALVARIÑO. 2006. Diversidad del zooplankton en la Reserva Nacional de Junín, Perú. *Ecología Aplicada*, 5(1,2): 175-181.
- INAMEH. 2011. Instituto nacional de meteorología e hidrología de Venezuela. <http://www.inameh.gob.ve/web/>
- JOHNSON R & D WICHERN. 1992. *Applied multivariate statistical analysis*. 642 pp. Prentice-Hall, Nueva York.
- JURY, M. R. 2017. Eastern Venezuela coastal upwelling in context of regional weather and climate variability. *Reg. Stud. Mar. Sci.*, 18: 219-228.
- LA BARBERA, A., GAMBOA, J. & W. SENIOR. 1999. Fitoplancton del golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 47(Supl. 1): 57 - 63.
- LEGARÉ, H. 1961. Estudios preliminares del zooplankton en la región de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 1(1): 191-218.
- LENZ, J. 1972. A new type of plankton pump on the vacuum principle. *Deep-Sea Res.* 19:453-459.

- LEÓN, L. 1997. *Fauna malacológica de los Islotes Caribe y los Lobos*. En: Salazar, J. 1997. *Características granulométricas y sedimentológicas de los Islotes Caribe y los Lobos*. pp. 123-146.
- LÓPEZ-GARCÍA, M.A. 2007. *Descripción y caracterización de nichos ecológicos: una visión más cuantitativa del espacio ambiental*. Trab. Grad. M.Sc. Ciencias. Centro de Investigación en Matemáticas, A.C. Guanajuato, Guerrero, México.
- LORENZONI, L., G. T. TAYLOR, C. BENITEZ-NELSON, D. A. HANSELL, E. MONTES, R. MASSERINI & F. E. MÜLLER-KARGER. 2013. Spatial and seasonal variability of dissolved organic matter in the Cariaco Basin. *J Geophys Res-Biogeophys*. 118(2): 951-962.
- MAC NALLY R. & E. FLEISHMAN. 2004. A successful predictive model of species richness based on indicator species. *Biol. Conserv.* 18: 646-654.
- MARCANO, J. 1997. *Fauna carcinológica de los Islotes Caribe y los Lobos*. En: Salazar, J. 1997. *Características granulométricas y sedimentológicas de los Islotes Caribe y los Lobos*. pp. 173-199.
- MARCANO, Y., B. MÁRQUEZ, J. DÍAZ-RAMOS, L. TROCCOLI, B. MARÍN, I. SALAZAR & K. RINCONES. 2010. Variables fisicoquímicas que influyen a corto plazo en el zooplankton de la Bahía de Mochima, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 49(2): 129-145.
- MARÍN, E., C. LODEIROS, D. FIGUEROA & B. MÁRQUEZ. 2004. Distribución vertical y abundancia estacional del microzooplankton y su relación con los factores ambientales en Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. *Revista Científica, FCV-LUZ* 14 (2): 133-139.
- MÁRQUEZ, A., W. SENIOR, A. BENÍTEZ, I. FÉRMIN, G. MARTÍNEZ, A. GONZÁLEZ, J. CASTAÑEDA, L. ALCALÁ & R. DE LA CRUZ. 2011. Sector oriental del golfo de Cariaco, Venezuela. Una descripción de su dinámica hidroquímica, procesos, y del rol de la surgencia costera estacional. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 50 (2): 255-272
- MÁRQUEZ-ROJAS, B., B. MARÍN, E. ZOPPI & C. MORENO. 2006. Zooplankton del golfo de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 45(1): 61 – 78.
- MÁRQUEZ-ROJAS, B., B. MARÍN, J. DÍAZ-RAMOS & L. TROCCOLI. 2008. Biomasa, densidad y composición zooplanktónica de la Bahía de Mochima, Venezuela. *Gayana* 72(1): 52-67.
- MÁRQUEZ-ROJAS, B., J. DÍAZ-RAMOS, L. TROCCOLI, B. MARÍN & R. VARELA. 2009. Densidad, biomasa y composición del zooplankton, en el estrato superficial de la cuenca de Cariaco, Venezuela. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 44(3): 737-749.
- MÁRQUEZ-ROJAS, B., L. TROCCOLI, L. MARCANO, J. MORALES, T. ALLEN, B. MARÍN & R. DÍAZ. 2011. Estructura comunitaria del zooplankton en dos localidades del golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 45(1): 61 - 78.
- MÁRQUEZ-ROJAS, B., M. BENÍTEZ-BRITO & L. TROCCOLI. 2016. Hidrografía y cambios estructurales del mesozooplankton en el golfo de Cariaco, en dos períodos contrastantes. *Rev. Biodivers. Neotrop.* 6(2): 135-46
- MÁRQUEZ-ROJAS, B. & E. ZOPPI. 2017. Zooplankton de la bahía de Mochima: retrospectiva y prospectiva. *Saber*, 29, 110-119.
- MÁRQUEZ-ROJAS, B., E. ZOPPI DE ROA, L. TROCCOLI & E. MONTIEL. 2017. Cambios estructurales del mesozooplankton en relación a las condiciones hidrográficas en el golfo de Cariaco, Venezuela. *Biota Colombiana* 18(1): 148-171. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a9.
- MÁRQUEZ-ROJAS, B., L. TROCCOLI & E. ZOPPI DE ROA. 2020. Variación estacional de la comunidad de copépodos en el sector oriental del golfo de cariaco, estado sucre, Venezuela. *Bol. Investig. Mar. Cost.*
- MARTIN, J.W. & G.E. DAVIS. 2001. An updated classification of the recent Crustacea. *Nat. Hist. Mus. Los Angeles Country. Sci. Ser.* 39: 124pp.
- MARTÍN, A., MALAVÉ, L., SÁNCHEZ, D., APARICIO, R., AROCHA, F., BONE, D., BOLAÑOS, J. A., CASTAÑEDA, J., CÁRDENAS, J. J., CARBONINI, A. K., DÍAZ, Y. ET AL. (2007). *Línea Base Ambiental Plataforma Deltana*. Petróleos de Venezuela, S. A. - Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.
- MARTÍNEZ, G.; J. ALVARADO & W. SENIOR. 2001. Estudio fisicoquímico de las aguas superficiales de la cuenca baja y pluma del río Manzanares. *Interciencia*, 26 (8): 342-351.
- MARTÍNEZ, G., D. HERNÁNDEZ, A. QUINTERO, A. MÁRQUEZ, W. SENIOR & Á. GONZÁLEZ. 2011. Estudio fisicoquímico de las aguas del sector oriental del golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 50(2): 273-287

- MASSON, S., B. PINEL-ALLOUL, G. METHOT & N. RICHARD. 2004. Comparison of nets and pump sampling gears to assess zooplankton vertical distribution in stratified lakes. *J. Plankton Res.* 26(10): 1199-1206.
- MAURO DE MELO, J., M. NOGUEIRA, R. SCHWAMBORN, S. NEUMANN & W. EKAU. 2007. Fluxes of zooplankton biomass between a tidal estuary and the sea in northeastern Brazil. *Braz. J. Oceanogr.* 55(4):239-249.
- MCEDWARD, L. 1995. *Ecology of Marine Invertebrate Larvae*. CRC Marine Science Series. Boca Raton, Florida, EEUU. 248 pp.
- MICALCO-HERNÁNDEZ, A., M. A. CASTILLO-RIVERA, L. SANVICENTE-AÑORVE, C. FLORES-COTO & C. ÁLVAREZ-SILVA. 2018. Variación estacional y nictímera en la distribución del zooplancton dominante en una laguna costera tropical. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 53(1): 39-49. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572018000100039>
- MICHEL, H. & M. FOYO. 1976. *Caribbean zooplankton. Part I - Siphonophora, Heteropoda, Copepoda, Euphausiacea, Chaetognatha and Salpidae*. Office of Nav. Res. Dept. of Navy, U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C. 549 pp.
- MONTGOMERY, D. 1997. *Introduction to statistical quality control*. 3^a edition. John Wiley and Sons, Inc. Nueva York, EEUU. 676 pp.
- MORALES, N., H. LEDO, G. GODOY & J. HERNÁNDEZ. 2001. Estudio de la comunidad del zooplancton en la Laguna de Sinamaica. *Ciencia* 9(3): 313-327.
- MORALES-RAMÍREZ, A. 2008. Caracterización cualitativa del zooplancton del Área de Conservación Marina Isla del Coco (ACMIC), Océano Pacífico de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 56(Supl. 2): 159-169
- MÜLLER-KARGER, F., R. VARELA, R. THUNELL, M. SCRANTON, G. TAYLOR, J. CAPELO, Y. ASTOR, E. TAPPA, J. AKL & T. HO. 2004. Características de la fosa de Cariaco y su importancia desde el punto de vista oceanográfico. *Mem. Fund. La Salle de Cienc. Nat.* 161-162: 215-234.
- NARVÁEZ, Y. 2010. *Abundancia, distribución y composición del Ictioplancton entre la zona norte de la Península de Araya y zona sur de las Islas de Coche y Cubagua durante el periodo de surgencia*. Trab. Grad. Lic. Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 84 pp.
- NARVÁEZ-RUIZ, M., B. MÁRQUEZ-ROJAS, L. TROCCOLI-GHINAGLIA, J. R. DÍAZ-RAMOS & B. MARÍN. 2019. Variabilidad a corto plazo del micro y mesozooplancton en la bahía de Mochima, estado sucre, Venezuela, durante la época de sequía. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 59(1): 10 - 16.
- NELSON, W. 1979. Experimental studies of selective predation on amphipods: consequences for amphipod distribution and abundance. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 38: 225-245
- OKUDA, T., J. ÁLVAREZ, J. BONILLA, & G. CEDEÑO. 1978. Características hidrográficas del golfo de Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 17(1-2): 69-88.
- PAGGI, J. 1985. Distribución vertical del zooplancton en el río Paraná medio (Km 603). *Rev. Hydrobiol. Trop.* 18(1): 13-21.
- PERALTA, A., P. MILOSLAVICH & G. BIGATTI. 2012. Comparación de la abundancia, estructura de tallas y fecundidad de *Voluta musica* (Caenogastropoda: Volutidae) en tres sitios de la costa norte de la Península de Araya, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 60 (Supl. 1): 165-172.
- PINCKNEY, J. L., C. R. BENITEZ-NELSON, R. C. THUNELL, F. MULLER-KARGER, L. LORENZONI, L. TROCCOLI & R. VARELA. 2015. Phytoplankton community structure and depth distribution changes in the Cariaco Basin between 1996 and 2010. *Deep Sea Res. Part I: Oceanogr. Res. Pap.* 101: 27-37.
- PIRELA-OCHOA, E., L. TROCCOLI & I. HERNÁNDEZ-ÁVILA. 2008. Hidrografía y cambios en la comunidad de microfitoplancton de la Bahía de Charagato, Isla de Cubagua, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 47(1): 3-15.
- POORE, A. 1994. Selective herbivory by amphipods inhabiting the brown alga *Zonaria angustata*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 107: 113-123.
- RAHKOLA, M., J. KARJALAINEN & M. VILJANEN. 1994. Evaluation of a pumping system for sampling zooplankton. *J. Plankton Res.* 16(7): 905-910.
- RAMÍREZ, A. 2013. *Densidad y distribución vertical del zooplancton durante tres periodos del año, en Turpialito, golfo de Cariaco Venezuela*. Trab. Grad. Lic. Biología. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 70 pp.

- RAMÍREZ, P. 1997. *Estructura de la comunidad de peces en una pradera de Thalassia de la Playa los Gallos, Islote Caribe, Venezuela*. En: Salazar, J. 1997. Características granulométricas y sedimentológicas de los Islotes Caribe y los Lobos. pp. 63-80.
- RAYMONT, J. G. 1983. *Plankton and Productivity in the Oceans*. Volume II. Zooplankton. Pergamon Press. Oxford. 660 pp.
- RIVAS-ROJAS, T., J. DÍAZ-RAMOS, L. TROCCOLI-GHINAGLIA, L. CHARZEDDINE-CHARZEDDINE, S. SUBERO-PINO & A. MÁRQUEZ. 2007. Variación diaria de algunas variables físico-químicas y de la biomasa del fitoplancton en una playa tropical, Cumaná, estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 46 (1): 13-21.
- ROA, T. & UROSA, L. 1974. Ecología del zooplankton en el golfo de Cariaco. Parte I variabilidad de la biomasa del zooplankton durante el periodo de agosto a noviembre de 1973. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 13 (1-2): 67-78.
- RODRÍGUEZ-GRAU, J. 1978. Distribución especial del zooplankton, en pequeña escala, en la laguna de Tacarigua, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 17(1&2): 55-68.
- RODRÍGUEZ-SÁENZ, K. & A. MORALES-RAMÍREZ. 2012. Composición y distribución del mesozooplankton en una zona de afloramiento costero (Bahía Culebra, Costa Rica) durante La Niña 1999 y el 2000. *Rev. Biol. Trop.* 60(2): 143-157.
- RUEDA-ROA, D. T., T. EZER & F. E. MÜLLER-KARGER. 2018. Description and mechanisms of the mid-year upwelling in the Southern Caribbean Sea from remote sensing and local data. *J. Mar. Sci. Eng.* 6(2): 36. Doi:10.3390/jmse6020036.
- RUIZ-PINEDA, C., E. SUÁREZ-MORALES & R. GASCA. 2016. Copépodos planctónicos de la Bahía de Chetumal, Caribe Mexicano: variaciones estacionales durante un ciclo anual. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 51(2):301-316. doi: 10.4067/S0718-19572016000200008.
- SALAZAR, J. 1997. Características granulométricas y sedimentológicas de los Islotes Caribes y Lobos. En Ramírez, P. Islotes Caribe y Los Lobos. Gobernación del estado Nueva Esparta, La Asunción, Venezuela. pp 35-43.
- SALAZAR-GÓMEZ, I., R. DÍAZ-RAMOS, K. RINCONES-REYES, L. CHARZEDDINE, S. SUBERO, L. TROCCOLI, B. MÁRQUEZ, A. MÁRQUEZ & D. HERNÁNDEZ. 2011. Cambios diarios de la biomasa fitoplanctónica en la Bahía de Mochima, Venezuela, durante la época de lluvia. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 50 (1): 69-77.
- SAMEOTO, D., P. WIEBE, L. POSTE, J. DUNN, C. MILLER & S. COOMBS. 2000. *Collecting zooplankton*. En: *Zooplankton methodology manual*. Academy Press, San Diego. 55-81 pp.
- SAMPAIO, C., P. MAFALDA, J. SOLUNA, T. RAMÍREZ, D. CORTÉS, A. GARCÍA, J. MERCADO & M. VARGAS. 2011. Seasonal changes in the distribution and abundance of marine cladocerans of the Northwest Alboran Sea (Western Mediterranean), Spain. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 54(3): 543-550.
- SCHAEFFER, M., S. RINALDI, J. HUISMAN & F. J. WEISSING. 2003. Why plankton communities have no equilibrium: solutions to the paradox. *Hydrobiologia* 491: 9-18.
- SCHWAMBORN, R., J. MAURO DE MELO, S. LEITÃO, W. EKAU & M. NOGUEIRA-PARANAGUÁ. 2008. Dynamic patterns of zooplankton transport and migration in Catuama Inlet (Pernambuco, Brazil), with emphasis on the decapod crustacean larvae. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 36(1):109-113.
- SCRANTON, M., G. TAYLOR, R. THUNELL, N. BENITEZ, F. MULLER & K. FANNING. 2014. Interannual and subdecadal variability in the nutrient geochemistry of the Cariaco Basin. *Oceanography*, 27(1): 148-159.
- SHESKIN, D. 2004. Parametric and nonparametric statistical procedures. 4ed. Boca Raton, Florida: Editorial Chapman & Hall. 585 p.
- SKINNER, L., H. K. LISBOA & R. COUNTINHO. 2011. Influence of upwelling and tropical environments on the breeding development of the intertidal barnacle *Tetraclita stalactifera* (Lamarck, 1818). *Braz. J. Oceanogr.* 59: 349-356
- STRICKLAND, J. & T. PARSONS. 1972. A practical handbook of sea water analysis. *Bull. Fish. Res. Can.* 167: 1-310.
- SUÁREZ-MORALES, E. 1996. Clave de identificación ilustrada de los copépodos pláncicos (Crustácea) de la Bahía de la Ascensión, Chetumal, Quintana Roo. *AvaCient ITCH* 17: 25-39.

- SUTHERS, I., D. RISSIK & A. RICHARDSON. 2019. *Plankton: a guide to their ecology and monitoring for water quality*. 2do edition. Csiro Publishing, Australia.
- TAKAHASHI, E., A. LANSAC-TÔHA, J. DIAS & C. BONECKER. 2014. Daily variation of zooplankton abundance and evenness in the Rosana reservoir, Brazil: biotic and abiotic inferences. *Iheringia, Série Zoologia* 104(1): 21-31.
- TAYLOR, G. T., F. MULLER-KARGER, R. C. THUNELL, M. I. SCRANTON, Y. ASTOR, R. VARELA & O. DOHERTY. 2012. Ecosystem responses in the southern Caribbean Sea to global climate change. *PNAS USA* 109(47), 19315-19320.
- TILSTONE, G., F. FIGUEIRAS & F. FRAGA. 1994. Upwelling-downwelling sequences in the generation of tides in a coastal upwelling system. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 122: 241-253.
- TREGOUBOFF, G. & M. ROSE. 1957. *Manuel de planctologie Medditerraneenne*. I y II. Editions du Centre de la Recherche Scientifique. Paris. 590 pp.
- TRUJILLO, E. 1997. *Descripción de la actividad pesquera que se desarrolla en el entorno de los Islotes Caribe y los Lobos*. En: Salazar, J. 1997. Características granulométricas y sedimentológicas de los Islotes Caribe y los Lobos. pp. 216-252.
- U ROSA, L. 1980. Nauplii Balanomorfos y variación diurna de la temperatura en la ensenada de Turpialito, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 19 (1-2): 73-91.
- VARELA, R., F. CARVAJAL & F. MÜLLER-KARGER. 2003. *El fitoplancton en la plataforma nororiental de Venezuela*. En: La Sardina (*Sardinella aurita*): Su Medio Ambiente y Explotación en el Oriente de Venezuela. Eds. Freón, P. & J. Mendoza J. IRD Editions. París, Francia. pp. 263-294.
- VÁSQUEZ-YEOMANS, L., I. CASTELLANOS, E. SUÁREZ-MORALES & R. GASCA. 2012. Variación espacio-temporal de la biomasa de zooplancton en un sistema estuarino del Caribe Occidental durante dos ciclos anuales. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 47(2): 213-225.
- VILLALBA, W. 2002. *Abundancia y distribución de larvas de peces al sur de la Isla de Margarita y alrededor de Cubagua, Venezuela*. Trab. Grad. M.Sc. Ciencias Marinas, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 70 pp.
- VILLALBA-DURÉ, G. A., G. A. BENÍTEZ-RODAS & K. B. NÚÑEZ-GORALEWSKI. 2018. Influencia de los factores ambientales en la comunidad de zooplancton de las lagunas artificiales del Parque Ñu Guasú, Departamento Central, Paraguay. *Investig. Agrar.* 20 (1): 58-66. <http://dx.doi.org/10.18004/investig.agrar.2018.junio>.
- ZOPPI, E. 1961. Distribución vertical del zooplancton en el golfo y extremo este de la fosa de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 1 (1): 219-248
- ZOPPI, E. 1971. Apendicularias de la región oriental de Venezuela. *Studies on the fauna of Curacao and other Caribbean Islands*. 38: 1 – 109.

RECIBIDO: ABRIL 2020

ACEPTADO: JULIO 2020