



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
ESCUELA DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

EVALUACIÓN DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTÓNICA DEMERSAL EN LA
ZONA ARRECIFAL DE TURPIALITO, GOLFO DE CARIACO, VENEZUELA
(Modalidad: Tesis de Grado)

ÁNGEL JOSÉ COVA GUEVARA

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN BIOLOGÍA

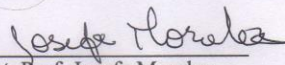
CUMANÁ, 2023

EVALUACIÓN DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTÓNICA DEMERSAL EN LA ZONA
ARRECIFAL DE TURPIALITO, GOLFO DE CARIACO, VENEZUELA

APROBADO POR:



Prof. Brightdoom Márquez
Asesora



Prof. Josefa Morales
Jurado



Prof. Katiana Cedeño
Jurado

ÍNDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
LISTA DE TABLAS	III
LISTA DE FIGURAS	IV
RESUMEN	VI
INTRODUCCIÓN.....	1
METODOLOGÍA	6
1.- Área de estudio	6
2.- Períodos de muestreo y estaciones	7
3.- Recolección de muestras	7
4.- Volumen sedimentado (VS) y biomasa húmeda (BH)	8
5.- Abundancia y caracterización del zooplancton	8
6.- Análisis estadísticos.....	9
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
1.- Variables abióticas	10
1.1.- Velocidad del viento.....	10
1.2.-Precipitación.....	10
1.3.- Temperatura.....	11
1.4.- Salinidad	14
2.- Variables bióticas	17
2.1.- Volumen sedimentado	17
2.2.- Masa húmeda.....	19
2.3.- Clorofila <i>a</i> (Chl <i>a</i>).....	22
2.4.- Abundancia zooplanctónica demersal	25
2.5.- Composición zooplanctónica demersal.....	31
2.6.- Composición mensual por estaciones.....	33
2.6.1.- Estación 1	33
2.6.2.- Estación 2	34
2.6.3.- Estación 3	35

2.7.- Correlaciones de rango de Spearman entre las variables abióticas y bióticas	36
CONCLUSIONES	44
RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFÍA.....	46
APÉNDICE	56
HOJA DE METADATOS.....	57

DEDICATORIA

A mis padres Miralis Guevara Brito y Estevan Narciso Cova por brindarme su apoyo incondicional en el cumplimiento de esta meta en mi vida.

A mi hermano Eduardo Cova y mis tíos Carlos Guevara y Luzmina Guevara por su apoyo en tantos momentos de dificultad.

A mi abuela Carmen Brito por darme su apoyo y ser la precursora para que iniciara en la carrera.

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso por darme la fortaleza de sobreponerme a tantos obstáculos y necesidades permitiéndome alcanzar este logro.

Al Centro Nacional de Investigaciones Pesqueras y Acuícolas (CENIPA), en especial a la profesora Josefa Morales, por permitirme usar el laboratorio para la culminación del análisis de las muestras.

A mi asesora Brightdoom Márquez, por su esfuerzo, dedicación y sabias orientaciones en el cumplimiento de esta investigación.

A mis padres Miralis Guevara y Estevan Cova por su arduo esfuerzo y consejos a lo largo de mi vida, impulsándome a no rendirme hasta alcanzar mis metas.

A mis familiares y todas aquellas personas que de alguna manera me acompañaron a lo largo de mi carrera, brindándome su apoyo.

A mis amigos y compañeros de estudio en especial a Mario Cova, Rosa Márquez, Martgloris Lugo y Mariana Rondón, por su amistad, compañía y apoyo en los momentos difíciles, y por siempre darme ánimos para no decaer y así poder seguir mi camino.

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Prueba *a posteriori* LSD para la temperatura (°C) del agua, durante los meses de muestreo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela..... 12
- Tabla 2. Prueba *a posteriori* LSD de la variación temporal de la salinidad durante los meses de muestreo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela**¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 3. Prueba *a posteriori* LSD para el volumen sedimentado (ml.m⁻³) durante los meses de muestreo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.. 17
- Tabla 4. Prueba *a posteriori* LDS para la masa húmeda (mg.m⁻³) durante los meses de muestreo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela 20
- Tabla 5. Prueba *a posteriori* LSD para la clorofila α durante los meses de muestreo en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela..... 22
- Tabla 6. Prueba *a posteriori* LSD para la clorofila α durante las estaciones de muestreo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela 23
- Tabla 7. Prueba *a posteriori* LSD de la abundancia zooplanctónica demersal durante los meses de muestreo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.. 26
- Tabla 8. Abundancia (ind.m⁻³) de los principales grupos analizados durante los meses de muestreo, en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela 32
- Tabla 9. Matriz de correlación de rango de Spearman durante la época de surgencia entre las diferentes variables (bióticos y abióticos) en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela..... 37
- Tabla 10. Matriz de correlación de rango de Spearman durante la época de relajación entre las diferentes variables (bióticos y abióticos) en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela 39

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. (A) Mapa del golfo de Cariaco, donde se indica el área de estudio (ensenada de Turpialito) y (B) Ubicación perpendicular a la línea costa de los transectos sobre los parches coralinos de la ensenada de Turpialito. 6
- Figura 2. Variación mensual de la velocidad del viento (m.s^{-1}) durante 2017 en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. 10
- Figura 3. Variación del promedio mensual de la precipitación (mm) registrada durante el periodo de muestreo en el golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. 11
- Figura 4. Variación temporal (A) y espacial (B) de la temperatura superficial del agua ($^{\circ}\text{C}$) durante los meses de muestreos estudiados en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. 12
- Figura 5. Variación de la temperatura superficial del agua ($^{\circ}\text{C}$) en los periodos de surgencia y relajación en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. 13
- Figura 6. Variación temporal (A) y espacial (B) de la salinidad superficial del agua (ups), durante los meses estudiados en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. 15
- Figura 7. Variación de la salinidad (ups) entre los periodos de surgencia y relajación en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. 16
- Figura 8. Variación temporal (A) y espacial (B) del volumen sedimentado (mL.m^{-3}), durante los meses de muestreos estudiados en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. 18
- Figura 9. Variación del volumen sedimentado entre los periodos de surgencia y relajación, en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. 19
- Figura 10. Variación temporal (A) y espacial (B) de la masa húmeda (mg.m^{-3}) durante los meses estudiados en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. 20
- Figura 11. Variación de la masa húmeda zooplanctónica (mg.m^{-3}) en los periodos de surgencia y relajación durante los muestreos en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. 21
- Figura 12. Variación temporal (A) y espacial (B) de la clorofila *a* (mg.m^{-3}) durante los meses estudiados en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. ... 23
- Figura 13. Variación de la concentración de clorofila *a* (mg.m^{-3}) en los periodos de surgencia y relajación durante los muestreos en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. 24
- Figura 14. Variación temporal (A) y espacial (B) de la abundancia zooplanctónica demersal (ind.m^{-3}), durante los meses estudiados en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. 26

Figura 15. Análisis multidimensional (nMDS) de la abundancia zooplanctónica demersal, durante los meses de muestreo, ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.	27
Figura 16. Variación de la abundancia zooplanctónica demersal (ind.m ⁻³) entre los periodos estudiados en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.	28
Figura 17. Análisis multidimensional (nMDS) de la abundancia zooplanctónica demersal, durante los periodos de muestreo, ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. Triángulos verdes: período de surgencia y triángulos azules: período de relajación.	28
Figura 18. Composición zooplanctónica demersal de los principales grupos capturados en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela, durante los meses de muestreo del 2017.	33
Figura 19. Composición zooplanctónica demersal en la estación 1 en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.	34
Figura 20. Composición zooplanctónica demersal en la estación 2 en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.	35
Figura 21. Composición zooplanctónica demersal de los principales grupos capturados en la estación 3 en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.	36
Figura 22. Imágenes de los muestreos a través del patín epibentónico artesanal realizados en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.	56

RESUMEN

Con el fin de evaluar la comunidad zooplanctónica demersal en la ensenada de Turpialito, estado Sucre, Venezuela, se realizaron muestreos mensuales en tres estaciones, utilizando un sistema de arrastre demersal (patín epibentónico artesanal), en el período de surgencia (abril y mayo 2017) y relajación (julio y agosto 2017). Se realizaron arrastres oblicuos lo más cercano a las formaciones coralinas (aproximadamente, 14 m de profundidad), utilizando un patín epibentónico equipado con una red de bongo (333 μm); cada red se dividió en dos, generando 4 muestras por estación. Se midieron las variables abióticas (temperatura, salinidad, índice de surgencia y precipitación) y bióticas (clorofila *a*, volumen sedimentado, masa húmeda, abundancia y composición zooplanctónica demersal). La temperatura superficial del agua osciló entre 21,49-26,25°C, mientras que la salinidad varió entre 26,33-37,33 ups. Para ambas variables se observó diferencias significativas entre los meses ($p < 0,05$), mientras para las estaciones no se hallaron diferencias significativas ($p > 0,05$). En relación con los periodos estudiados, no se halló diferencias significativas en la temperatura a diferencia de la salinidad, donde los valores más altos se registraron en el periodo de surgencia costera. El volumen sedimentado y la masa húmeda variaron entre 0,035-8,704 $\text{mL}\cdot\text{m}^{-3}$ y 0,020 y 0,368 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$, respectivamente; en la biomasa zooplanctónica se hallaron diferencias significativas solamente entre los meses ($p < 0,05$). La concentración de clorofila α entre los meses estudiado osciló entre 0,82-8,4 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$; esta variable registró diferencias significativas entre los meses ($p < 0,05$) y los periodos estudiados; el mayor valor se halló en el periodo de surgencia (mediana: 5,89 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$). La abundancia zooplanctónica demersal varió entre 36 y 1 225 $\text{ind}\cdot\text{m}^{-3}$. Se registró diferencias significativas entre los meses y los periodos ($p < 0,05$); se hallaron los valores más altos en el periodo de relajación (664 $\text{ind}\cdot\text{m}^{-3}$). En cuanto a la composición, se observó la presencia de 24 grupos de organismos zooplanctónicos, con mayor abundancia en agosto 2017. Los grupos con mayor dominancia correspondieron al cladócero *Penilia avirostris* y a los copépodos Calanoida, seguidos por el cladócero *Pseudevadne tergestina*. La ensenada de Turpialito mostró variabilidad bimodal típica de la región nororiental de Venezuela, con régimen de surgencia costera estacional (abril-mayo) y la época de relajación (julio-agosto); no obstante, la biomasa y abundancia zooplanctónica demersal presentó variación temporal significativa, siendo mayor en relajación; esta mayor abundancia se debe posiblemente a la influencia de agua dulce de las escorrentías de las lluvias, lo cual es una fuente importante de nutrientes alóctonos, que pueden tener un efecto en la fertilización de los ambientes costeros, favoreciendo la productividad del fitoplancton y posteriormente la de zooplancton. Por otra parte, los resultados mostraron una ineficiencia del patín epibentónico artesanal para la captura de grupos demersales típicos de ecosistemas coralinos.

Palabras claves: demersal, zooplancton, sistema de arrastre, arrecife de coral.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de arrecifes son uno de los más productivos del mundo en términos de biomasa; y aunque parece ser un “sistema ecológico cerrado”, su productividad se mantiene gracias a las características del entorno. Este sistema juega un papel importante en el mantenimiento de la calidad de las masas de aguas locales, ya que el líquido que circula dentro de los arrecifes es filtrado por organismos que lo utilizan para obtener una amplia variedad de minerales, oxígeno disuelto y desechos orgánicos. Las corrientes inmersas en el interior del arrecife llevan consigo pequeñas concentraciones de desechos metabólicos y larvas planctónicas que se extiende a otras áreas enriqueciéndolas (Snedaker y Getter, 1985; Silva, 2003; Vu *et al.*, 2017).

Los arrecifes de coral son ecosistemas marinos costeros importantes porque mantienen una gran diversidad de organismos (Zieman *et al.*, 1984; Marguillier *et al.*, 1997) y son lugares muy eficientes en la transferencia de materia orgánica desde los productores primarios a los niveles tróficos más altos (Nagelkerken, 2009). En estos ecosistemas costeros, el zooplancton actúa como un transformador de la energía originada en el fitoplancton, la cual es transferida a los niveles tróficos superiores donde pueden encontrarse especies comerciales (Silva y Alvarado, 2013).

La comunidad zooplanctónica en los arrecifes coralinos es relativamente bien estudiada en el mundo, aunque esto aún no sea una realidad en Venezuela. Los primeros estudios a escala mundial sobre el zooplancton en los arrecifes concluyeron que estas poblaciones incluyen especies oceánicas típicas, así como formas endémicas que viven solo en este lugar, lo que demuestra que en las aguas de la laguna de arrecife (entre el arrecife y la zona costera), estos organismos son más abundantes que en las aguas oceánicas adyacentes (Johnson, 1949; Bakus, 1964; Tranter y George, 1972). En estos estudios, son utilizadas generalmente redes de plancton realizando arrastres horizontales y verticales durante el día, aunque estos autores entendieron la insuficiencia del muestreo debido a la naturaleza demersal de gran parte de los zooplanctobiontes en este tipo de ecosistema.

El zooplancton demersal (ZD) se ha definido como animales que migran entre

los ambientes bentónicos y pelágicos (Hammer y Zimmerman, 1979; Sorokin, 1990; Gross y Gross, 1996). Otros autores describen, que el ZD puede ser ubicado cerca del fondo durante horas del día, para posteriormente emerger durante la noche, pasando un escaso tiempo en la columna de agua y retornando al fondo antes del amanecer (Hobson y Chess, 1979; Alldredge y King, 1980; Melo *et al.*, 2010).

De acuerdo con Alldredge y King (1980), la migración nocturna del ZD presenta varias ventajas, incluida la alimentación (de organismos pequeños, como pico y nanoplancton o ZD más pequeño), reproducción (los poliquetos desovan en la superficie, los anfípodos se aparean en la columna de agua), escape de la depredación por invertebrados bentónicos, ecdisis y dispersión en lugares potencialmente más favorables para reducir la competencia por la comida y el espacio. Los estudios han demostrado que grandes cantidades de ZD emergen de los pastos marinos, arrecifes de coral, fondos blandos y lechos de algas marinas durante la noche (Youngbluth, 1982; Mascart, 2010; Jayabarathi *et al.*, 2012). Por lo tanto, podrían servir como una importante fuente de alimento para los planctívoros (Melo *et al.*, 2010). Sin embargo, pocos investigadores han estudiado cómo el ZD está vinculado a sus consumidores en la red alimentaria acuática de los ecosistemas costeros (Smith *et al.*, 1979; Chew *et al.*, 2012; Vu *et al.*, 2017).

Por consiguiente, el zooplancton es uno de los grupos más importantes en la red alimentaria, funcionando como un eslabón en la transferencia de energía del fitoplancton, bacterioplancton y material orgánico para los demás niveles tróficos, participando también en el transporte y regeneración de nutrientes (Elser *et al.*, 1988; Bittencourt, 2019). Emery (1968) describió por primera vez la existencia de una comunidad de zooplancton residente de los arrecifes de coral. Años después, Porter (1974) utilizó el término “zooplancton demersal” para describir una comunidad que presentaba una migración vertical activa, permaneciendo cerca del sustrato durante el día y ascendiendo por la columna de agua durante la noche. Aunque el término zooplancton demersal se usa comúnmente, es difícil determinar en las comunidades de zooplancton de arrecifes qué organismos son en realidad demersales, puesto que muchas especies, incluidos los copépodos, son holoplanctónicos, pero se observan con

comportamiento demersal cuando están en arrecifes (Alldredge y King, 1977; Pereira, 2018; Bittencourt, 2019).

Las comunidades de ZD se distinguen del zooplancton que permanece continuamente en la columna de agua “zooplancton pelágico u holozooplancton” por sus asociaciones periódicas con el sustrato bentónico (Cahoon y Tronzo, 1992). Aunque tiene una amplia distribución de hábitats, en los arrecifes de coral el zooplancton demersal es particularmente abundante y diverso (Alldredge y King, 1977). Según, Porter *et al.* (1977) por la dificultad que implica clasificar estos organismos que migran entre ambientes bentónicos y pelágicos, se han utilizado varios términos a lo largo del tiempo, en un intento de mejorar y describir este grupo. De igual forma que Porter (*op. cit.*), otros autores hacen referencia al ZD utilizando términos relacionados con el comportamiento migratorio, como “fauna emergente” o “zooplancton emergente” (Jacoby y Greenwood, 1989; Pitt *et al.*, 2008; Kramer *et al.*, 2013), haciendo también mención al término ecológico “plancton bentopelágico” (Vereshchaka y Anokhina, 2014).

Indistintamente del término utilizado para referirse al ZD, el hecho que realice las migraciones que lo caracterizan; lo convierten en un importante componente del acoplamiento bentónico-pelágico, realizando la transferencia de carbono entre los dominios bentónicos y pelágicos, tanto en ambientes arrecifales como en zonas costeras (Pitt *et al.*, 2008; Pereira, 2018). El ZD es un componente importante tanto en la dieta de especies pelágicas (Couturier *et al.*, 2013) como bentónicas (Heidelberg *et al.*, 2004).

A escala mundial son numerosos los estudios que se han llevado a cabo sobre el ZD, entre ellos se puede mencionar a Hammer y Zimmerman (1979) quienes demostraron la existencia de ZD en un ecosistema de bosque de algas mediante el uso de trampas de luz que proporcionaron información sobre la composición de especies. Hammer (1981) estudió la diferencia de abundancia y biomasa entre el día y la noche del ZD en el sustrato arenoso de un ecosistema de bosque de algas (*Macrocystis pyrifera*) frente a la isla de Santa Catalina, California, EE.UU, demostrando que la abundancia y la biomasa del ZD total fueron significativamente mayores en las muestras nocturnas. Más tarde, Silva (2003) llevó a cabo un estudio para probar el uso

de trampas de luz en la recolección de ZD y verificar el efecto de la luz en la migración de estos organismos en el área de protección ambiental de Tamandaré, Pernambuco (Brasil), concluyendo que no encontraron diferencias significativas entre los diferentes sustratos, a pesar de encontrar mayor densidad en los arrecifes, también halló mayor biomasa en el período lluvioso.

Por otra parte, Melo *et al.* (2010) analizaron el ZD capturado con trampas de luz en un conjunto de hábitats costeros tropicales (lecho de pastos marinos, arrecifes de coral, grava y fondos de arena) en el Atlántico sudoccidental (Brasil), identificando 88 taxones de zooplancton; los copépodos fueron el grupo más abundante, encontrando las mayores abundancias en los pastos marinos y fondos arenosos. Vu *et al.* (2017) observaron el papel del ZD como fuente de alimento para niveles tróficos superiores en el estuario de Fukido, Japón, demostraron que el ZD de diferentes tamaños corporales sirve como fuentes de alimentos para distintos consumidores en diferentes hábitats del ecosistema estuarino. Por otro lado, Amer (2019) analizó el ZD en diferentes sustratos en el Mar Rojo, indicando que la composición de especies y abundancia difieren considerablemente entre los sustratos del arrecife, siendo la densidad más alta en el área de coral vivo con respecto a los sustratos de arena. Recientemente, Esquivel-Garrote y Morales-Ramírez (2020) registraron la composición y abundancia de la comunidad zooplancton pelágico-demersal en los arrecifes de coral de la bahía Chatham (Costa Rica), encontrando que está estuvo dominada por copépodos, larvaceos y larvas de decápodos, similar a otros arrecifes de coral alrededor del mundo, además indicaron que el intervalo de tiempo que presentó mayor abundancia de organismos fue entre las 00:00-06:00 h, este pico de abundancia puede estar relacionado con la migración vertical. Actualmente, en el trabajo de Tanaka *et al.* (2021) quienes examinaron el efecto que tiene la turbulencia sobre la migración del ZD en Japón, respaldan su hipótesis de que el ZD puede permanecer cerca del lecho marino durante tiempos de fuerte turbulencia.

La abundancia zooplanctónica en aguas costeras es regulada por una variedad de factores biológicos y físicos. En esta comunidad, estos factores pueden producir fluctuaciones en la abundancia y 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, reforzando la productividad biológica periódica en la región (Rueda-Roa *et al.*, 2017). 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 y Dodson, 2000).

La región nororiental de Venezuela se caracteriza por una alta productividad en comparación con otros países del mar Caribe (Gómez, 2007; Serrano-Zabala *et al.*, 2020); en este sentido el golfo de Cariaco, al estar ubicado en la costa nororiental, fundamenta la fertilidad de sus aguas por ciertos factores, tales como, el ascenso de agua subsuperficiales que afloran a la superficie, las aguas del río Orinoco, lagunas, golfos, bahías, ondas internas y el efecto isla (Gómez, 1996). Por consiguiente, el plancton, en general, es muy abundante; por lo tanto, es importante conocer la composición y distribución de sus componentes (fitoplancton, zooplancton e ictioplancton), ya que permite su utilización como indicadores de alimento disponible, en especial para los recursos pesqueros (Gómez, 2007; 2019). Además, el estudio de la cadena alimentaria más simple requiere del conocimiento de la productividad y transferencia de energía mediada por estos organismos (Suthers *et al.*, 2019).

El sistema acuático que presenta el golfo de Cariaco, incluyendo las zonas coralinas, específicamente los parches de coral de la ensenada de Turpialito, todavía no han sido estudiados desde el punto de vista de la investigación zooplanctónica demersal (ZD), enfocado a su abundancia, distribución y composición, aunado a las variaciones ambientales que pueden afectar a esta comunidad, como son la variabilidad estacional (lluvia y sequía). Por ello, surge este primer estudio sobre el zooplancton demersal, cuyo objetivo es evaluar la composición, abundancia y su relación con los factores abióticos y bióticos de la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, durante el período de surgencia y relajación.

METODOLOGÍA

1.- Área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en la zona coralina de la ensenada de Turpialito, situada a 13 km al este de Cumaná ($10^{\circ} 26' 56''$ N, $64^{\circ} 02' 00''$ O), en la costa sur del golfo de Cariaco (Figura 1). La zona litoral de la ensenada de Turpialito está cubierta por un arrecife que se extiende hasta aproximadamente 14 m de profundidad. El sustrato del arrecife se encuentra conformado básicamente por arena; la zona expuesta a los fuertes vientos del noreste (NE), los cuales ejercen su acción más importante durante los primeros meses del año, cuando se origina la surgencia de aguas sub-superficiales (Quintero *et al.*, 2005; Núñez, 2006; Rueda-Roa *et al.*, 2018).

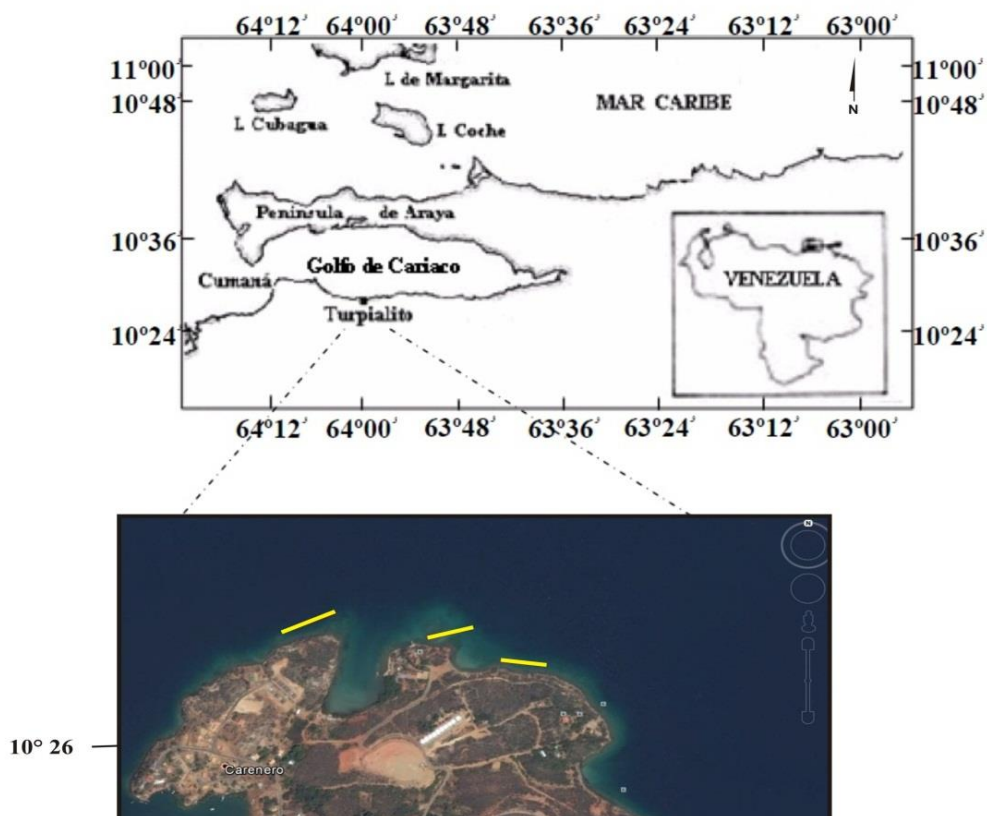


Figura 1. (A) Mapa del golfo de Cariaco, donde se indica el área de estudio (ensenada de Turpialito) y (B) Ubicación perpendicular a la línea costa de los transectos sobre los parches coralinos de la ensenada de Turpialito.

2.- Períodos de muestreo y estaciones

Los muestreos se llevaron a cabo en la zona coralina de la ensenada de Turpialito; en esta ensenada está ubicada la Estación Hidrobiológica de Turpialito, adscrita al Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente. Dichos muestreos fueron realizados mensualmente durante dos meses del periodo de surgencia (abril y mayo) y dos meses del periodo de relajación (julio y agosto). En cada muestreo se midieron *in situ* los parámetros de temperatura superficial del agua y salinidad (temperatura y salinidad superficial del agua) con una sonda multiparamétrica (YSI, EC-300) con $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ de apreciación. Igualmente, se tomaron *in situ*, el estado del mar usando la escala de Beaufort y la transparencia del agua con un disco de Secchi (Lind, 1979). Mientras que los datos de precipitación (mm) y la velocidad del viento (m/s^{-1}) fueron suministrados por la estación meteorológica del Aeropuerto Antonio José de Sucre de Cumaná, estado Sucre.

Se establecieron tres estaciones donde se fijó un transepto perpendicular a la costa en los parches coralinos escogidos. Para la colecta de zooplancton, se empleó un sistema de arrastre demersal (patín epibentónico, Ver Apéndice), construido a semejanza del modelo de Lalli y Parsons (2006). Previamente, se realizaron varios censos visuales para determinar el paso del sistema de arrastre, evitando cualquier colisión con zonas rocosas o coralinas. Los arrastres fueron ejecutados paralelos a la línea de costa, tratando de hacer el recorrido sobre la zona coralina o lo más cerca a esta zona. Se colectaron muestras pareadas con una red de bongo adaptada al sistema de arrastre de fondo para disponer de muestras con réplicas, necesarias para el tratamiento estadístico. La distancia entre los transeptos fue alrededor de 500 m.

3.- Recolección de muestras

Los calados, se realizaron con el sistema de arrastre demersal (patín epibentónico), conformados por redes de 300 μm para la recolección del mesozooplancton, éstos fueron remolcados por una embarcación durante 10 min a una velocidad de 2 nudos.

Una vez realizado los calados, las muestras se fijaron con formalina al 4% neutralizada con bórax (tetraborato de sodio) en agua de mar y fueron mantenidas a temperatura ambiente hasta el momento de su análisis.

4.- Volumen sedimentado (VS) y biomasa húmeda (BH)

Los cálculos de estas variables zooplanctónicas, se midieron colocando las muestras en un cilindro graduado dejándolo reposar por 24 horas, para luego proceder a la lectura del VS, mientras que la BH se determinó filtrando la muestra con un tamiz de 300 µm de diámetro, de peso conocido, posterior a eso, se secaron con papel de filtro para eliminar el agua intersticial, y consecutivamente se pesaron en una balanza Ohaus modelo Navigator ($\pm 0,01$ g).

5.- Abundancia y caracterización del zooplancton

La abundancia del zooplancton se analizó siguiendo la metodología tradicional del conteo de grupos zooplanctónicos, utilizando una alícuota de 5 mL por triplicado con una pipeta Stemple, para luego ser observados y contados los organismos en una lupa estereoscópica Wild M8 a una magnificación de 20x, con ayuda de una cámara de Bogorov.

Luego se procedió a la clasificación taxonómica del zooplancton, empleando las claves de identificación especializadas de Trégouboff y Rose (1957), Smith (1977), Todd y Laverack (1991), Campos-Hernández y Suárez-Morales (1994), Boltovskoy (1999) y Razouls *et al.* (2022).

El número de organismos contados se dividió entre el volumen de agua filtrada, por lo que los resultados fueron estandarizados en ind.m^{-3} .

Los cálculos del volumen filtrado se realizaron mediante la siguiente ecuación:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot R \cdot F$$

dónde:

V = volumen de agua filtrada.

r = radio de la boca de la red.

R = N° de revoluciones del medidor de flujo.

F = factor de calibración del medidor de flujo.

6.- Análisis estadísticos

Luego de comprobar que no se cumplieron los supuestos del análisis paramétrico mediante la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y homocedasticidad de Levene (Sheskin, 2004), se utilizaron las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis (KW) y el test de Mann-Whitney (U) o Wilcoxon (W). La comparación de las variables ambientales y de la abundancia zooplanctónica demersal entre los meses y estaciones se realizó con el análisis de Kruskal-Wallis (Sheskin 2004). Posteriormente, se procedió a dividir los meses en dos períodos, época de surgencia (abril y mayo) y época de relajación (julio y agosto). Las comparaciones entre los períodos estudiados se realizaron con la prueba de Mann-Whitney o Wilcoxon (W). Las variables independientes fueron meses y estaciones mientras que las dependientes fueron la biomasa, abundancia, clorofila *a* y las variables abióticas. Todos estos análisis se realizaron empleando el programa Statgraphics Plus 5.0. (Montgomery, 1997). Los resultados fueron graficados en diagramas de caja y bigotes “boxplot” para proporcionar una mejor representación visual de los análisis, en los casos en que se detectaron diferencias, se aplicó la prueba *a posteriori* de las diferencias mínimas de Kruskal-Wallis (KW) a un 95% de acuerdo con Zar (2010).

Se realizó un análisis de clasificación y ordenación utilizando el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (Kruskal y Wish, 1978; Clarke, 1993); los datos fueron transformados a raíz cuarta, posteriormente se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) por meses, estaciones y por periodo. Para estos análisis se empleó el programa PRIMER v.6 (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research).

Para determinar posibles asociaciones entre las variables abióticas y bióticas en cada periodo estudiado, se realizó correlaciones de Spearman (Zar, 2010), tomando en cuenta las variables como independientes que pueden asociarse bajo ciertas condiciones ambientales en un ecosistema en particular.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.- Variables abióticas

1.1.- Velocidad del viento

La velocidad promedio de los vientos durante el 2017, osciló entre 3,68 y 6,55 m.s^{-1} . Se observaron vientos relativamente fuertes ($> 8 \text{ m.s}^{-1}$) durante los primeros meses del año (enero-marzo); estos vientos relativamente fuertes continuaron hasta abril (\bar{X} : 6,54 m.s^{-1}) y mayo (\bar{X} : 5,85 m.s^{-1}), coincidiendo con la estación seca o período de surgencia costera. A partir de junio disminuyeron los vientos, registrándose en julio y agosto valores promedio relativamente bajos (3,92 y 3,96 m.s^{-1} , respectivamente), concordando con la época de lluvia o relajación (Figura 2).

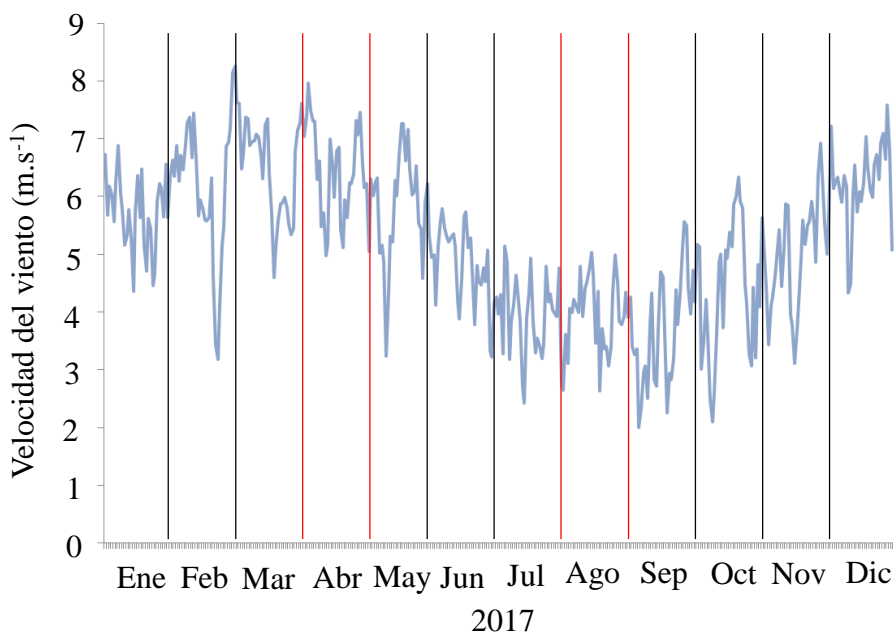


Figura 2. Variación mensual de la velocidad del viento (m.s^{-1}) durante 2017 en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. Las líneas rojas representan los meses donde se realizaron los muestreos.

1.2.-Precipitación

Los valores de precipitación durante los meses del estudio oscilaron entre 1,8 y 192,6 mm (Figura 3). Se registró para abril y mayo 2017 valores de precipitación comprendidos entre 1,8 y 68,0 mm, respectivamente, correspondiente a los meses de sequía; no obstante, para julio y agosto se registraron valores de precipitación de 192,6 y 157,6 mm, quedando asentado estos meses como el periodo de lluvia.

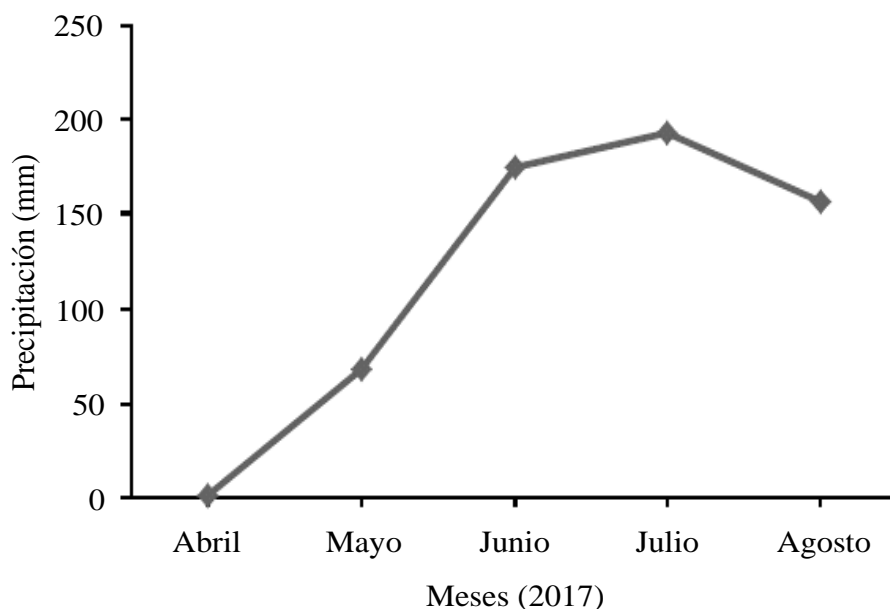


Figura 3. Variación del promedio mensual de la precipitación (mm) registrada durante el periodo de muestreo en el golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela.

1.3.- Temperatura

La temperatura superficial del agua osciló entre 20,95-27,75°C. Se determinaron diferencias significativas entre los meses (KW=26,84; $p<0,05$; Figura 4A); la prueba *a posteriori* LSD, arrojó 3 grupos, el primero constituido por agosto con los valores más alto (mediana: 26,25°C), seguido por mayo con valores intermedios (mediana: 24,85°C) y el último grupo con valores bajos (mediana 21,49-22,28°C) correspondiendo a abril y julio (Tabla 1). Con respecto, a la variación de la temperatura superficial del agua por estaciones no se determinaron diferencias significativas entre las mismas (KW=3,45; $p>0,05$; Figura 4B).

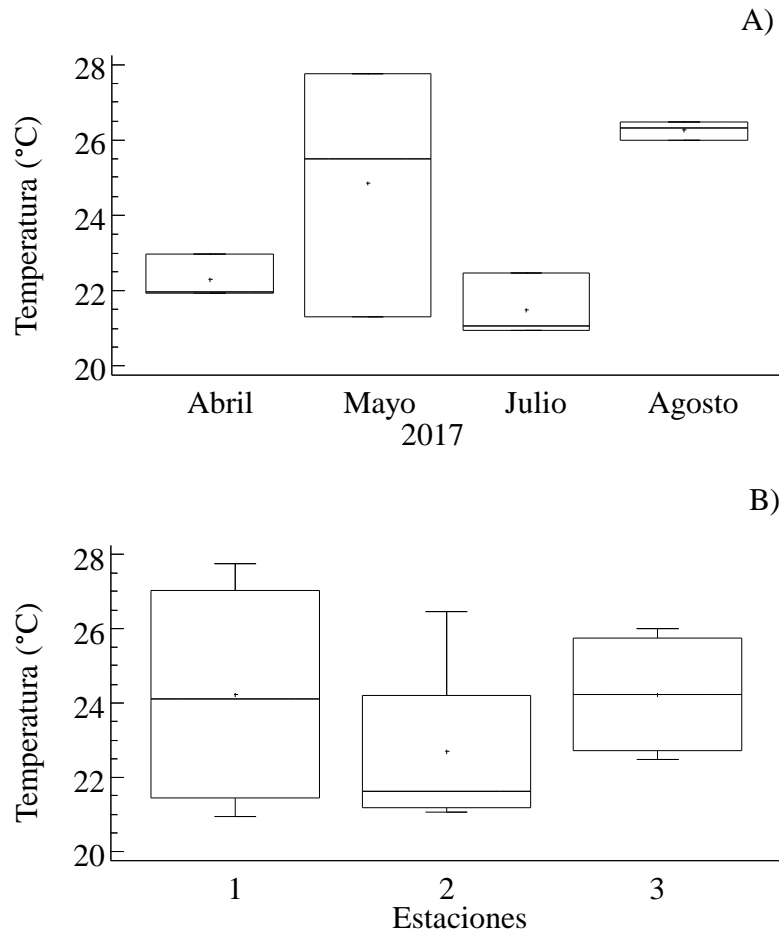


Figura 4. Variación temporal (A) y espacial (B) de la temperatura superficial del agua (°C) durante los meses de muestreo estudiados en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.

Tabla 1. Prueba *a posteriori* LSD para la temperatura (°C) del agua, durante los meses de muestreo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. Los meses de abril, mayo, julio y agosto están representados por los números 1, 2, 3 y 4.

Meses	N	Mediana	Grupos homogéneos
3	12	21,496	X
1	12	22,286	X
2	12	24,850	X
4	12	26,256	X

En relación con los periodos estudiados, no se halló diferencias significativas para la temperatura (W: 288; $p>0,05$; Figura 5).

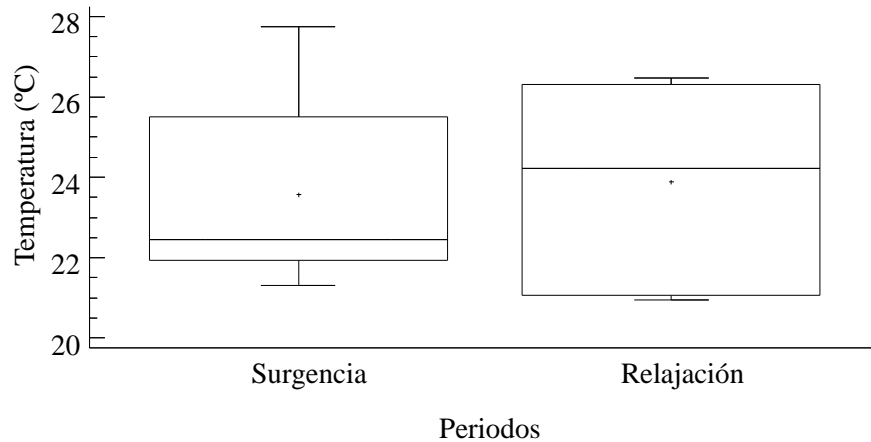


Figura 5. Variación de la temperatura superficial del agua (°C) en los periodos de surgencia y relajación en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.

La temperatura superficial del agua en la ensenada de Turpialito, presentó una gran variabilidad, característica de la zona nororiental de Venezuela, asociada con el evento de surgencia costera (Jury, 2017; Rueda-Roa *et al.*, 2018). Durante abril 2017 se reportaron las temperaturas más bajas, coincidiendo con el período característico de surgencia costera en el nororiente de Venezuela, con temperaturas bajas ($< 23^{\circ}\text{C}$), como ha sido señalado por Okuda *et al.* (1978), González *et al.* (2006) y Ramírez (2013); no obstante, en agosto se registraron las más altas correspondiendo al período de relajación o época de estancamiento, posiblemente ocasionadas por la disminución de la velocidad del viento, lo cual provoca estratificación de la columna de agua (Márquez *et al.*, 2011).

Estas características han sido señaladas por Alvera-Azcárate *et al.* (2009; 2011), Jury (2017) y Rueda-Roa *et al.* (2018) como típicas de los primeros meses del año, cuando los vientos alisios actúan con mayor intensidad y se produce la surgencia costera. De igual manera, Okuda (1982) y Martínez *et al.* (2011), concluyen que en el golfo de Cariaco existen dos temporadas bien diferenciadas, una de diciembre a abril (algunas veces hasta mayo) caracterizada por vientos fuertes y por el descenso de la

temperatura, que inicia en diciembre, y otra temporada caracterizada por vientos débiles, donde se presentan incrementos de la temperatura en el resto de los meses. Valores similares a los encontrados en este estudio fueron reportados por Elista (2017) y Calvo *et al.* (2018), donde la temperatura del agua presentó valores entre 20,88-29,1°C y 20,1-29,1°C, respectivamente.

1.4.- Salinidad

Los valores de salinidad variaron entre 26,33-38 ups. Se halló diferencias significativas entre los meses (KW=45,0; $p < 0,05$; Figura 6A; Tabla 2); la prueba *a posteriori* LSD, demostró la formación de 4 grupos, el primer grupo constituido por abril con la mediana más alta (37,33 ups), seguido por julio (35,33 ups), el tercer grupo representado por mayo (32,33 ups) y el último grupo con el menor valor representado por agosto (26,33 ups). Con respecto a la variación de la salinidad por estaciones no se registraron diferencias significativas entre ellas (KW=0,125; $p > 0,05$; Figura 6B).

Tabla 2. Prueba *a posteriori* LSD de la variación temporal de la salinidad durante los meses de muestreo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. Los meses de abril, mayo, julio y agosto están representados por los números 1, 2, 3 y 4.

Meses	N	Mediana	Grupos homogéneos
4	12	26,333	X
2	12	23,333	X
3	12	35,333	X
1	12	37,333	X

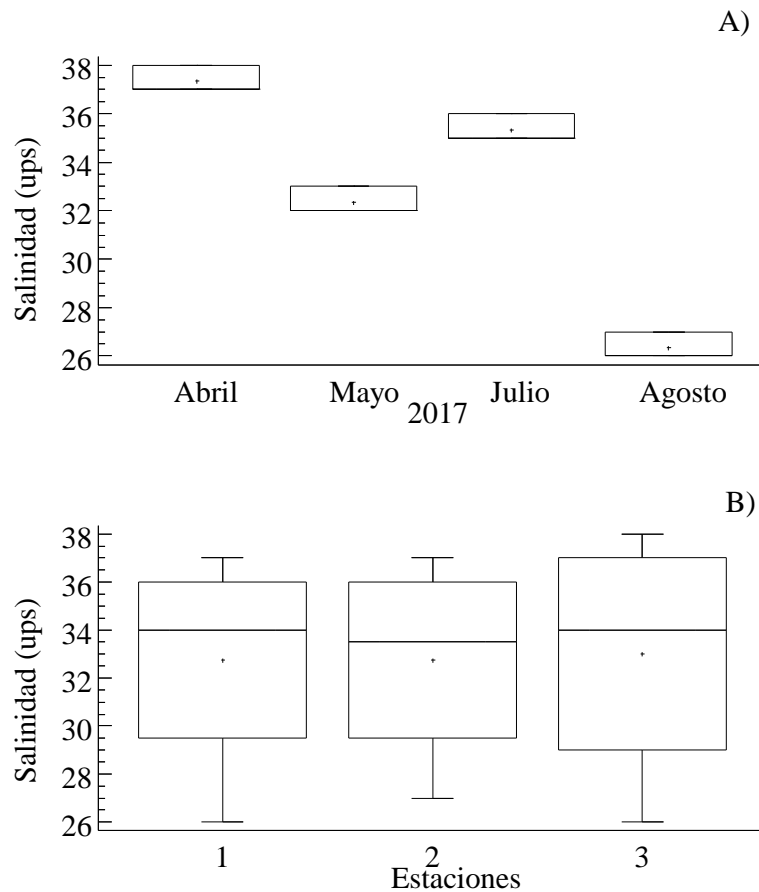


Figura 6. Variación temporal (A) y espacial (B) de la salinidad superficial del agua (ups), durante los meses estudiados en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela.

Se halló diferencias significativas entre los periodos estudiados ($W: 144; p < 0,05$; Figura 7). Se registraron los valores más altos de esta variable en el periodo de surgencia ($34,83 \pm 2,60$ ups), mientras en el periodo de relajación el valor fue más bajo ($30,83 \pm 4,62$ ups).

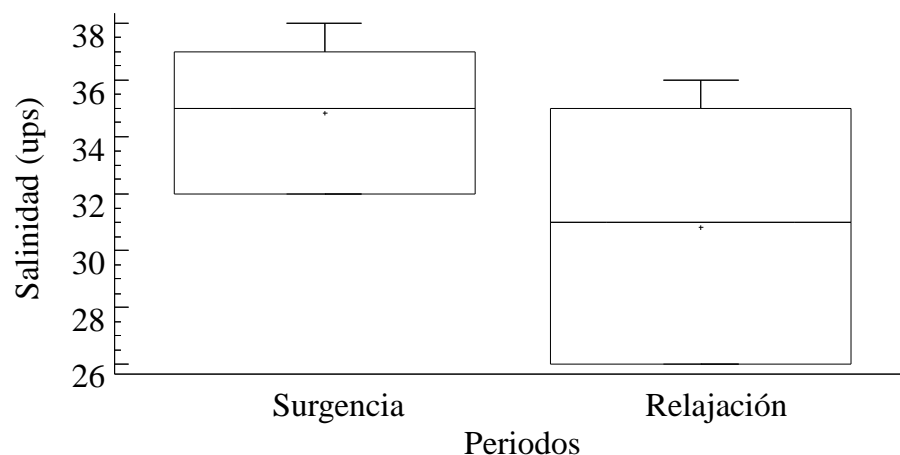


Figura 7. Variación de la salinidad (ups) entre los periodos de surgencia y relajación en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.

La salinidad presentó una marcada variabilidad durante los meses, con diferencias de hasta 11 unidades entre el periodo de surgencia y relajación; las salinidades más altas se registraron en el periodo de surgencia costera. Los resultados de este trabajo no concuerdan con lo descrito por Ferraz-Reyes (1989), donde señala que para el golfo de Cariaco existe poca variación de la salinidad. De igual manera, no coinciden con Gade (1961) y Rao y Urosa (1974) en sus diferentes estudios de las condiciones hidrográficas del golfo de Cariaco, donde describen que el margen de variación para la salinidad es muy pequeño durante el año, haciendo énfasis en que dichas fluctuaciones podrían ser ocasionadas por las áreas influenciadas por los ríos que desembocan en dicho golfo. Por otra parte, las diferencias en las concentraciones de salinidad con respecto a los trabajos mencionados anteriormente, posiblemente se deban a las variaciones en cuanto a las precipitaciones acontecidas en la zona durante el estudio.

Estos resultados concuerdan con Márquez *et al.* (2011) y Morales (2014) para el golfo de Cariaco, quienes reportan los máximos valores de salinidad durante los primeros meses del año, coincidiendo con la época de surgencia costera; indican además, que las diferencias entre los períodos de surgencia y relajación pudieran ser de hasta 5 unidades. Estos resultados, a su vez coinciden con Blanco *et al.* (2016) donde

estudiaron la abundancia y distribución de los foraminíferos planctónicos, en la ensenada de Turpialito, arrojando valores entre 30 y 40 ups, con una media de 35,2 ups.

2.- Variables bióticas

2.1.- Volumen sedimentado

Los valores de volumen sedimentado oscilaron entre 0,0067-1,79 mL.m⁻³. Se halló diferencias significativas entre los meses (KW=32,26; $p < 0,05$; Tabla 3; Figura 8A); la prueba *a posteriori* LSD, arrojó 2 grupos, el primero en agosto con el valor más alto (mediana 1,272 mL.m⁻³), y el segundo representado por abril, mayo y julio (0,035; 0,049 y 0,111 mL.m⁻³, respectivamente). En relación, al volumen sedimentado entre estaciones no se hallaron diferencias significativas entre las mismas (KW=0,065; $p > 0,05$; Figura 8B).

Tabla 3. Prueba *a posteriori* LSD para el volumen sedimentado durante los meses de muestreo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. Los meses de abril, mayo, julio y agosto están representados por los números 1, 2, 3 y 4.

Meses	N	Mediana	Grupos homogéneos
1	12	0,035	X
2	12	0,049	X
3	12	0,111	X
4	12	1,272	X

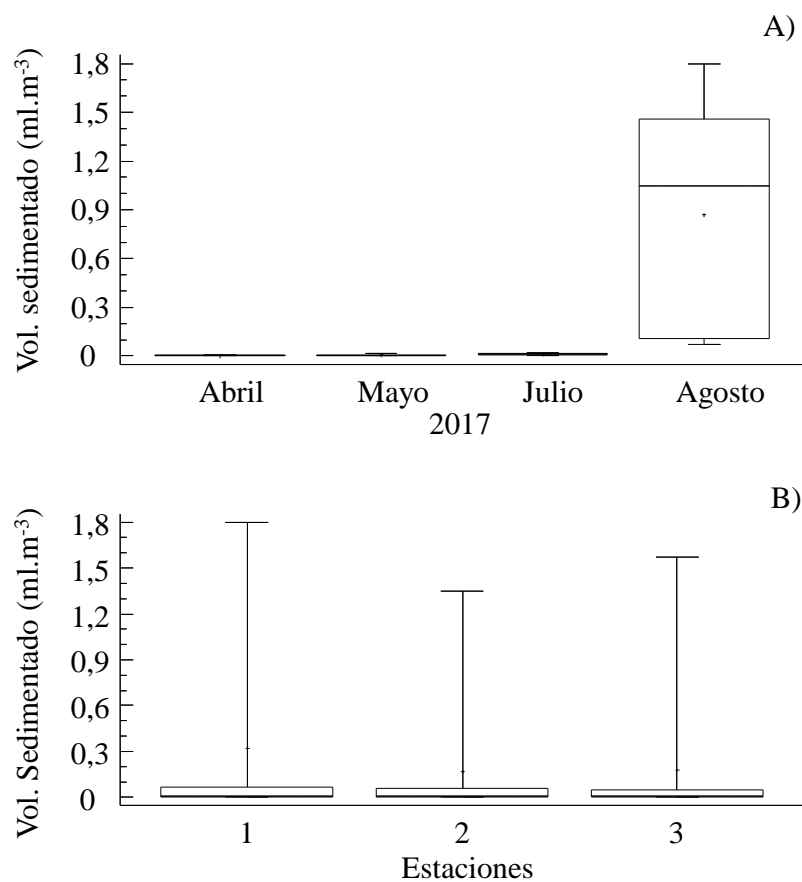


Figura 8. Variación temporal (A) y espacial (B) del volumen sedimentado (mL.m⁻³), durante los meses de muestreos estudiados en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.

El volumen sedimentado durante el periodo de surgencia registró una media de $0,042 \pm 0,034$ mL.m⁻³, mientras que relajación mostró una media de $0,692 \pm 0,650$ mL.m⁻³. Se registraron diferencias significativas entre los periodos estudiados (W: 526; $p < 0,05$; Figura 9).

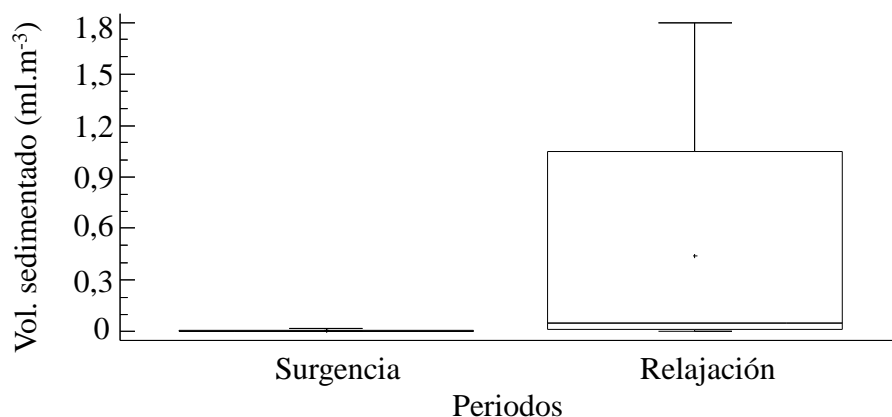


Figura 9. Variación del volumen sedimentado entre los periodos de surgencia y relajación, en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.

2.2.- Masa húmeda

Los valores de masa húmeda variaron entre 0,02 y 0,55 mg.m⁻³. Se hallaron diferencias significativas entre los meses (KW=42,17; $p < 0,05$; Figura 10A); la prueba *a posteriori* LSD, presentó 3 grupos, el primero con valores más bajos, conformado por abril y mayo (mediana 0,020 y 0,026 mg.m⁻³, respectivamente), seguido por el segundo grupo conformado por mayo y julio con valores intermedios (mediana 0,026 y 0,074 mg.m⁻³, respectivamente), y el último grupo con los valores más altos (mediana 0,368 mg.m⁻³) correspondiente a agosto (Tabla 4). En relación con las estaciones no se observaron diferencias significativas entre ellas (KW=0,361; $p > 0,05$; Figura 10B).

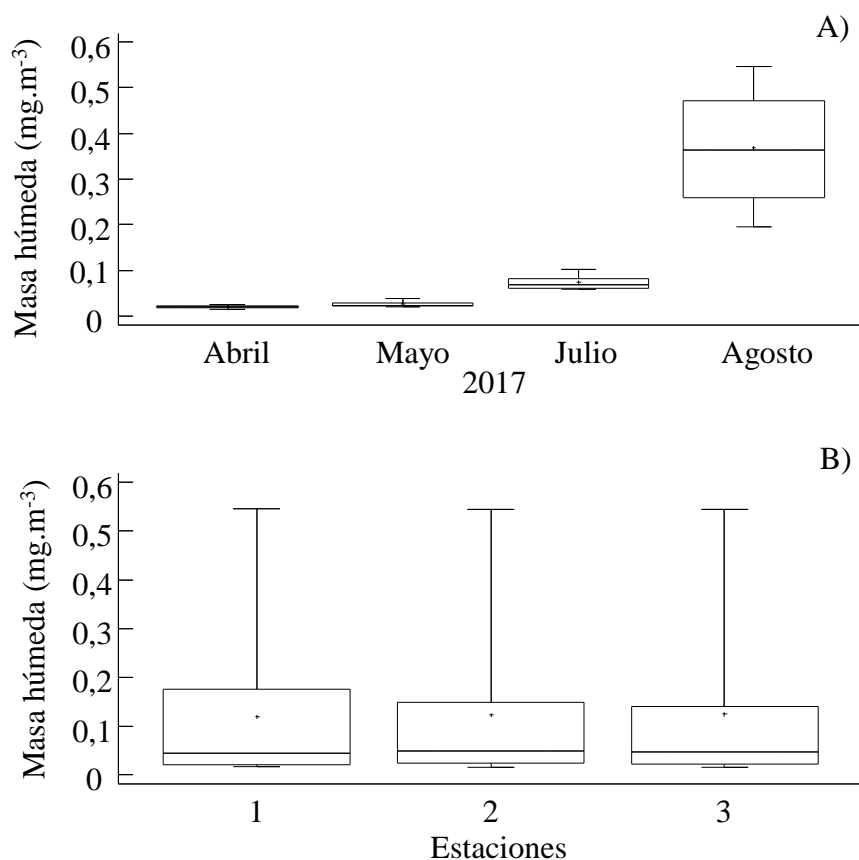


Figura 10. Variación temporal (A) y espacial (B) de la masa húmeda ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) durante los meses estudiados en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.

Tabla 4. Prueba *a posteriori* LDS para la masa húmeda ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) durante los meses de muestreo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. Los meses de abril, mayo, julio y agosto están representados por los números 1, 2, 3 y 4.

Meses	N	Mediana	Grupos homogéneos
1	12	0,020	X
2	12	0,027	X X
3	12	0,075	X
4	12	0,368	X

Los valores de masa húmeda entre los periodos estudiados variaron entre 0,023-0,221 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$; se hallaron diferencias significativas entre ellos ($W: 576; p < 0,05$; Figura 11); el valor más alto se observó en el periodo de relajación ($0,221 \pm 0,174 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$),

mientras en el periodo de surgencia el valor fue más bajos ($0,023 \pm 0,005 \text{ mg.m}^{-3}$).

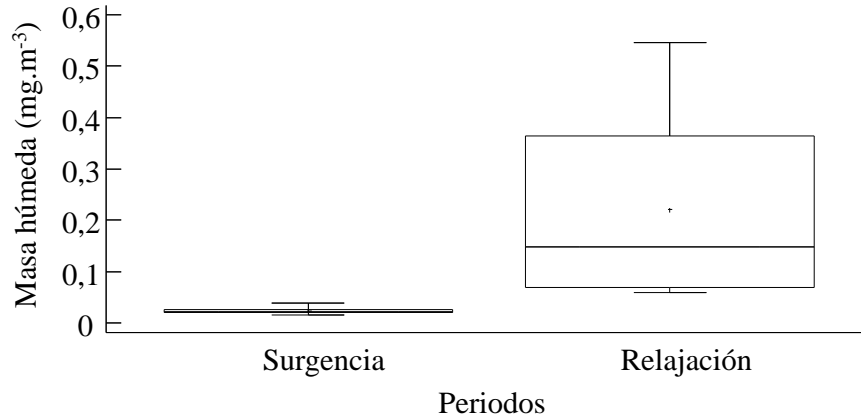


Figura 11. Variación de la masa húmeda zooplanctónica (mg.m^{-3}) en los periodos de surgencia y relajación durante los muestreos en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.

La variación temporal del volumen sedimentado y masa húmeda presentaron el mismo comportamiento, los valores más altos se registraron en agosto, durante el período de relajación. Este mismo patrón fue reportado por Ramírez (2013) para la ensenada de Turpialito y por Márquez *et al.* (2016) en varias estaciones a lo largo del golfo de Cariaco, notificando valores mayores de biomasa zooplanctónica en el periodo de relajación, con valores de masa húmeda entre $0,01\text{-}0,25 \text{ mg.m}^{-3}$. Estos valores altos en este período se deben posiblemente a los efectos de las lluvias en el golfo de Cariaco que se incrementan probablemente porque el sistema es semi-cerrado y por lo tanto, tiene un tiempo relativamente largo de residencia hidráulico. Los aportes de nutrientes exógenos pueden tener un efecto de la fertilización ya sea inmediatamente o después de un tiempo (García y López, 1989; Jordán *et al.*, 1991).

Morales (2008; 2014) para el golfo de Cariaco, registró valores más altos de masa húmeda, que los expresados en esta investigación, con magnitudes entre $0,09\text{-}19,08 \text{ mg.m}^{-3}$ y $0,29\text{-}176,65 \text{ mg.m}^{-3}$, respectivamente, posteriormente al ser cotejados con trabajos de otras áreas del caribe, como el de Castellanos y Suárez (1997) para la zona costera de Quintana Roo, México, dichos valores de biomasa se mantienen altos

14,79-143,26 mg.m³ en comparación con los obtenidos en la presente investigación.

2.3.- Clorofila *a* (Chl *a*)

La concentración de clorofila *a* entre los meses estudiados presentó una variación entre 0,6-18,5 mg.m⁻³. Se registraron diferencias significativas entre los meses (KW=33,69; $p<0,05$; Figura 12A); la prueba *a posteriori* LSD, reconoció 2 grupos: el primero con los valores más altos representado por mayo (mediana: 8,4 mg.m⁻³), y el segundo engloba a julio, agosto y abril (0,82, 1,39 y 3,39 mg.m⁻³, respectivamente, Tabla 5). La variación de la clorofila *a* por las estaciones reflejó valores mínimos y máximos entre 0,6 y 18,5 mg.m⁻³, respectivamente; se registraron diferencias significativas entre las estaciones (KW=9,77; $p<0,05$; Figura 12B), la prueba *a posteriori* LSD, identificó 2 grupos: el grupo formado con la estación 3, con los valores más altos (mediana: 6,38 mg.m⁻³), y el otro grupo con valores bajos, conformado por las estaciones 2 y 1 (mediana: 1,38 y 2,72 mg.m⁻³, consecutivamente; Tabla 6).

Tabla 5. Prueba *a posteriori* LSD para la clorofila *a* durante los meses de muestreo en la ensenada de Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. Los meses de abril, mayo, julio y agosto están representados por los números 1, 2, 3 y 4.

Meses	N	Mediana	Grupos homogéneos
3	12	0,820	X
4	12	1,386	X
1	12	3,386	X
2	12	8,400	X

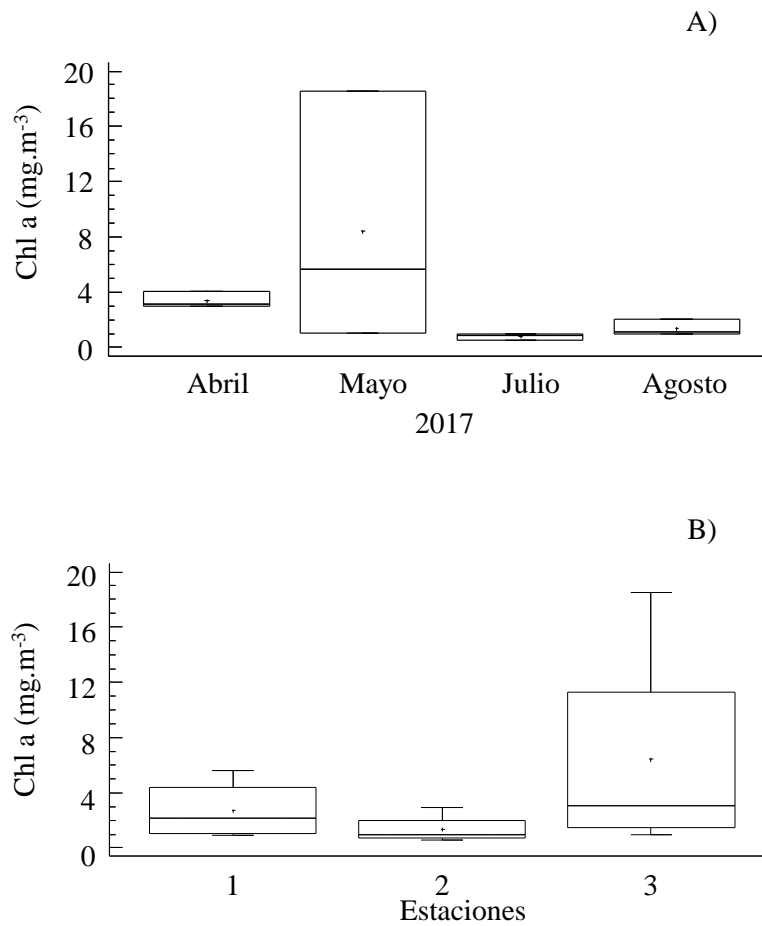


Figura 12. Variación temporal (A) y espacial (B) de la clorofila *a* (mg.m⁻³) durante los meses estudiados en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.

Tabla 6. Prueba *a posteriori* LSD para la clorofila *a* durante las estaciones de muestreo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.

Estaciones	N	Mediana	Grupos homogéneos
2	16	1,387	X
1	16	2,722	X
3	16	6,385	X

Se halló diferencias significativas en la concentración de clorofila *a* entre los periodos estudiados ($W: 32; p < 0,05$; Figura 13); el valor mayor se registró en el periodo de surgencia ($5,89 \pm 5,926$ mg.m⁻³), mientras que en relajación se obtuvo una media de

$1,10 \pm 0,463 \text{ mg.m}^{-3}$.

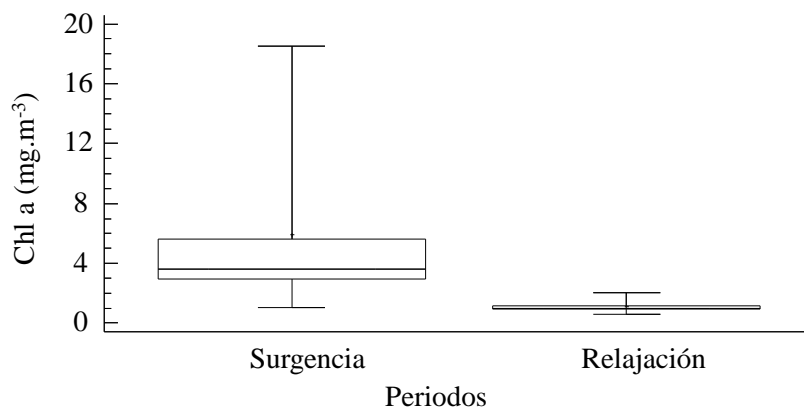


Figura 13. Variación de la concentración de clorofila *a* (mg.m^{-3}) en los periodos de surgencia y relajación durante los muestreos en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.

Durante la época de surgencia se presentó la mayor celeridad del viento, menor temperatura y mayores valores de clorofila *a*. Estas características han sido señaladas por Alvera-Azcárate *et al.* (2009; 2011), Jury (2017) y Rueda-Roa *et al.* (2018) como típicas de los primeros meses del año cuando los vientos alisios actúan con mayor intensidad y se produce la surgencia costera.

La diferencia entre los valores de clorofila *a* entre los periodos estudiados, coincide con los estudios de Márquez *et al.* (2009), Calvo *et al.* (2018) y Serrano-Zabala *et al.* (2020), quienes registraron las concentraciones más altas de clorofila *a* en el período de surgencia costera. La dinámica de la clorofila *a* está determinada por los factores físicos que varían de región a región, la topografía, y entre estaciones climáticas. Los factores que afectan son principalmente la biomasa autotrófica por sí misma, la radiación solar, temperatura, concentración de nutrientes, los metales trazas disponibles, ciclo de vida y distribución taxonómica del fitoplancton (Platt y Sathyendranath, 1999). Dentro de este contexto físico hay que considerar los procesos horizontales y verticales, el viento como fuente de mezcla y transporte vertical de nutrientes, la advección horizontal y radiación solar (Espinoza-Carreón y Valdez-

Holguin, 2007; Márquez *et al.*, 2011).

Entre las estaciones, también se registraron diferencias significativas, con variaciones de hasta 4 unidades (1-6,5 mg.m⁻³) entre ellas. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Subero (1994) para la misma zona, quien registró valores entre 1-7,48 mg.m⁻³. Sin embargo, difiere de Serrano-Zabala *et al.* (2020) quienes reportaron valores inferiores (valores no detectables y 2,30 mg.m⁻³) para la misma bahía. También, discrepan con los resultados de Pírela-Ochoa *et al.* (2008) para la bahía de Charagato, isla de Cubagua, quienes registraron valores superiores (35,76 mg.m⁻³) y con los de Márquez *et al.* (2018) en el saco del golfo de Cariaco, los cuales registraron concentraciones de Chl *a* muy elevadas (38,50 mg.m⁻³). Estas discrepancias se deben principalmente a que el golfo de Cariaco está sometido al fenómeno de surgencia costera, el cual es variable en el tiempo, así como en su intensidad de acuerdo con los posibles cambios climáticos, lo que favorece la disminución o proliferación del fitoplancton y por ende la variabilidad en las concentraciones de la clorofila *a* (Morales, 2014).

2.4.- Abundancia zooplanctónica demersal

La abundancia zooplanctónica demersal registrada entre los meses de estudio presentó una variación entre 13 y 2 694 ind.m⁻³. Se registró diferencias significativas entre los meses (KW=30,76; $p < 0,05$; Figura 14A; Tabla 7); la prueba *a posteriori* LSD identificó 2 grupos, el primero constituido por agosto con el valor más alto (mediana: 1 225,25 ind.m⁻³), mientras el segundo grupo constituido por los valores más bajo y representado por abril, mayo y julio (35,50; 101,91 y 169,75 ind.m⁻³, respectivamente). La abundancia zooplanctónica demersal con respecto a las estaciones no registró diferencias significativas entre ellas (KW=1,72; $p > 0,05$; Figura 14B).

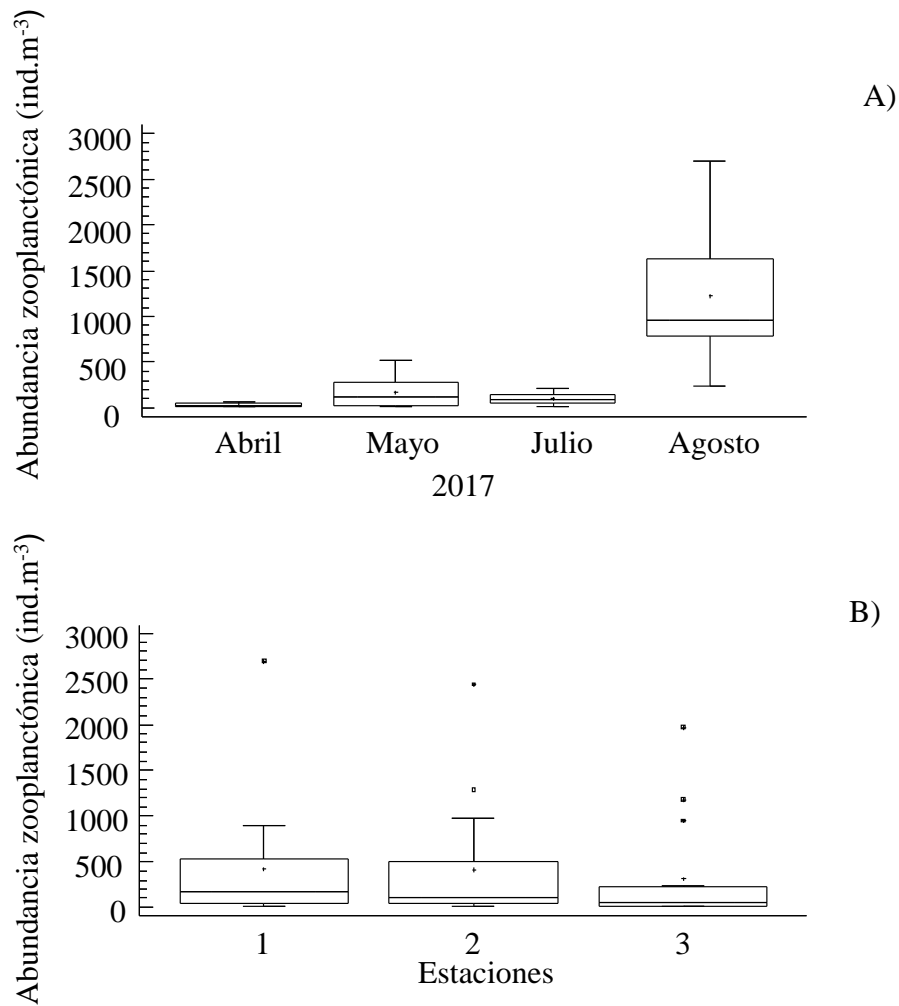


Figura 14. Variación temporal (A) y espacial (B) de la abundancia zooplanctónica demersal (ind.m⁻³), durante los meses estudiados en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.

Tabla 7. Prueba *a posteriori* LSD de la abundancia zooplanctónica demersal durante los meses de muestreo en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. Los meses de abril, mayo, julio y agosto están representados por los números 1, 2, 3 y 4.

Meses	N	Mediana	Grupos homogéneos
1	12	35,500	X
3	12	101,917	X
2	12	169,750	X
4	12	1 225,250	X

El nMDS por mes arrojó un coeficiente de estrés de 0,01, y mostró la formación de dos grupos bien definidos (Figura 15), el primero agrupa a abril, mayo y julio, abarcando principalmente los meses congregados en el periodo de surgencia y el último grupo formado por las mayores abundancias conformado por agosto (periodo de relajación).

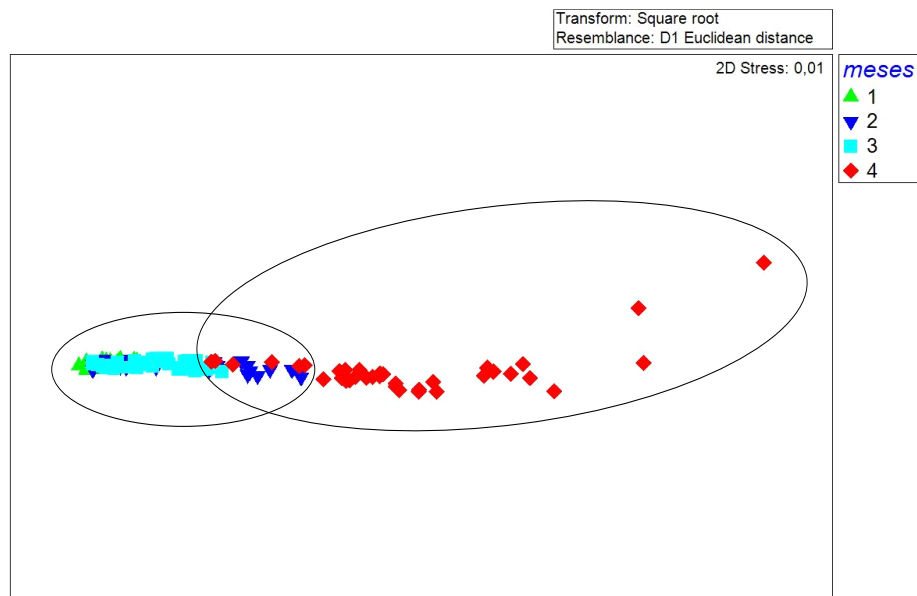


Figura 15. Análisis multidimensional (nMDS) de la abundancia zooplanctónica demersal, durante los meses de muestreo, ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. Los triángulos verde y azul corresponden abril (1) y mayo (2), el cuadrado azul claro a julio (3) y el rombo rojo a agosto (4).

Los valores de abundancia zooplanctónica entre los periodos estudiados oscilaron entre 103-664 ind.m⁻³; se hallaron diferencias significativas entre ellos (W: 456; $p < 0,05$; Figura 16); se pudo apreciar los valores más altos en el periodo de relajación (664 ind.m⁻³) y los más debajo durante la surgencia costera (103 ind.m⁻³).

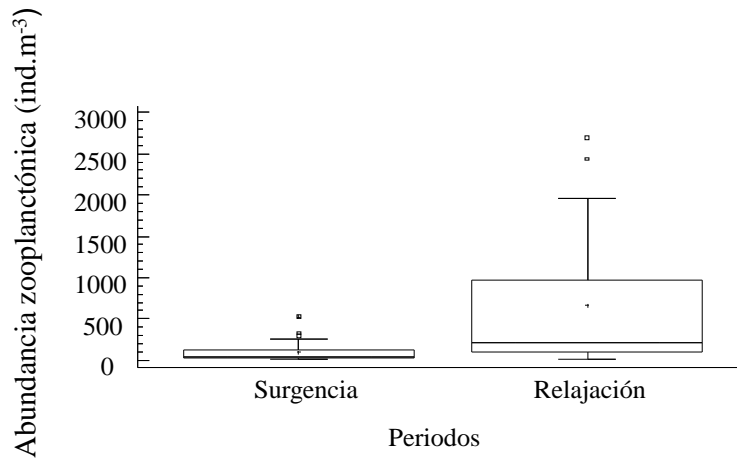


Figura 16. Variación de la abundancia zooplanctónica demersal (ind.m^{-3}) entre los periodos estudiados en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.

El nMDS de la abundancia zooplanctónica demersal con respecto a los periodos estudiados, mostró la formación de dos grupos, el primero compuesto por el periodo de surgencia con los meses más agrupados, mientras el segundo grupo con una mayor dispersión conformado por los meses de relajación. Este análisis por período reveló un coeficiente de estrés de 0,01 (Figura 17).

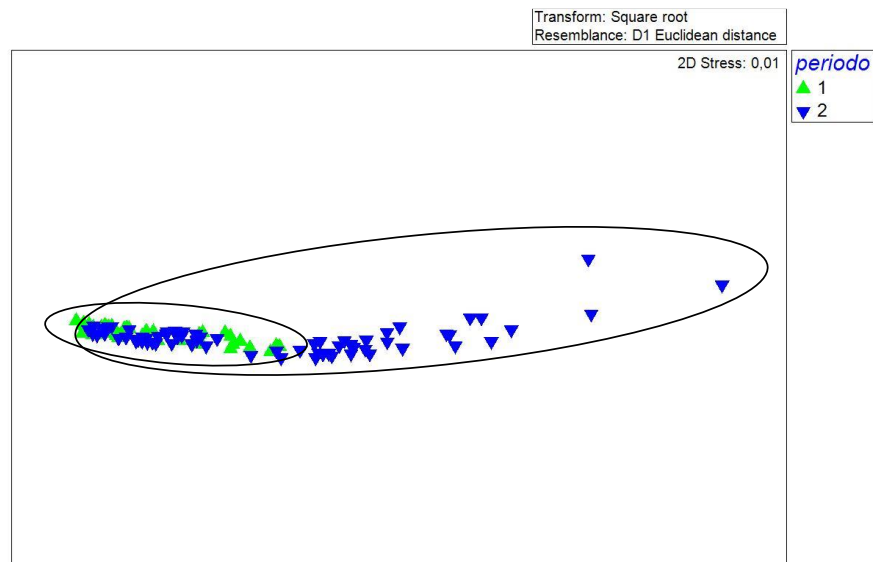


Figura 17. Análisis multidimensional (nMDS) de la abundancia zooplanctónica demersal, durante los periodos de muestreo, ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. Triángulos verdes: período de surgencia y triángulos azules: período de relajación.

La abundancia zooplanctónica demersal, al igual que la biomasa zooplanctónica (volumen sedimentado y masa húmeda), mostraron sus valores más altos durante agosto asociado al período de relajación. La influencia de agua dulce de las escorrentías de las lluvias es un fenómeno estacional en el golfo de Cariaco, por lo que habría que considerar que las precipitaciones también son una fuente importante de nutrientes autóctonos en ambientes costeros que favorecen la producción planctónica (Purcell, 1980; García y López, 1989). Los efectos de las lluvias en el golfo de Cariaco se incrementan probablemente porque el sistema es semi-cerrado y, por lo tanto, tiene un tiempo relativamente largo de residencia hidráulico. Los aportes de nutrientes exógenos pueden tener un efecto de la fertilización ya sea inmediatamente o después de un tiempo (Purcell, 1980; García y López, 1989; Jordán *et al.*, 1991). Esto último quedó confirmado con los registros de biomasa y abundancia más elevados en este período.

Los resultados obtenidos en esta investigación durante el período de surgencia arrojaron hasta cierto punto discordancia, pero son susceptibles de ser explicados; por una parte, la zona nororiental de Venezuela, está sujeta a un centro activo de surgencia; diversos autores, Rueda-Roa y Müller-Karger (2013), Jury (2017) y Rueda-Roa *et al.* (2018) confirman el fenómeno como evento de comportamiento estacional entre diciembre y abril para el golfo de Cariaco y áreas adyacentes; tales eventos ocasionan el surgimiento de agua subsuperficial que fertilizan las aguas superficiales. Sus efectos han sido identificados y medidos en el incremento de la producción primaria (Ferraz-Reyes, 1987; Alvera-Azcárate *et al.*, 2011). Por el contrario, los bajos valores de biomasa y abundancia zooplanctónica demersal durante este período, indicaron un efecto adverso, debido posiblemente a la intensidad y fluctuaciones del evento durante los días del muestreo, así como por el efecto cascada de las relaciones depredador-presa que resultan en la disminución drástica del zooplancton (Carpenter *et al.*, 2001); luego cuando ocurre la relajación (Astor *et al.*, 1999), el zooplancton vuelve a tener un repunte en su abundancia. Esto sería producto de la respuesta de las comunidades a cambios hidrográficos, que en la zona tropical generalmente no son lineales y que presentan una relación consistente en forma de domo (Cury y Roy, 1989), donde la respuesta de la comunidad al proceso forzante es más alta en un cierto nivel y decrece hacia los

extremos, a este tipo de comportamiento se le ha llamado “ventana ambiental óptima” (Cury y Roy, 1989; Cury, 1991), lo cual produce repuntes periódicos elevados de zooplancton con las variaciones en la intensidad de la surgencia.

Otra de las posibles explicaciones de no haber encontrado densidades mayores del zooplancton demersal en la época de surgencia, pudo estar relacionado con el tiempo de crecimiento de una comunidad de organismos y la siguiente; este crecimiento se estima que es de aproximadamente 21 días y es posible que, al momento del muestreo, la comunidad zooplantónica no estaba por completo desarrollada ($< 333 \mu\text{m}$). Este planteamiento es corroborado por Jones y 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.

La abundancia zooplanctónica en aguas costeras es regulada por una variedad de factores biológicos y físicos; estos factores pueden producir fluctuaciones en la abundancia y en las estructuras de sus comunidades (Márquez *et al.*, 2011; 2016). 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 e influir en la abundancia y distribución del zooplancton (Gómez, 1996). 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 (Gómez, 1996; Marín y Dodson, 2000).

Estos resultados coinciden con los estudios de Márquez *et al.* (2016; 2017) para el golfo de Cariaco, donde también reportaron los mayores valores de abundancia y biomasa zooplanctónica en la época de relajación. Las variaciones temporales en la abundancia del zooplancton, similares a las observadas en esta investigación, han sido reportadas por estudios previos del Caribe y las zonas adyacentes (Calef y Grice, 1967; Kidd y Sander, 1979), incluyendo Puerto Rico (Yoshioka *et al.*, 1985; Ríos-Jara, 1998). Más aún, en sistemas estuarinos tropicales, es el patrón típico, indicando densidades

altas durante la temporada de lluvia, como por ejemplo Sterza y Fernádes (2006) en la bahía Vitória, sureste de Brasil; Garboza da Costa *et al.* (2008) y Da Costa *et al.* (2011) en el estuario Taperaçu y Caeté, respectivamente, norte de Brasil.

Es importante mencionar, que las variaciones en abundancia para estos dos períodos de estudio pudieran estar relacionadas más con los factores físicos-químicos del agua, por la acción ejercida por el viento, por las corrientes marinas en el área de estudio, que por factores biológicos (competencia, depredación), como han señalado estudios similares en otras localidades (Hays *et al.*, 2005; Franks *et al.*, 2013; Primo *et al.*, 2015), que pudiera causar la dispersión y fluctuación de los organismos a otras áreas. Por lo que estudios más detallados en cuanto a las interacciones biológicas entre las poblaciones son necesarios para complementar las investigaciones.

2.5.- Composición zooplanctónica demersal

Se identificaron 24 grupos zooplanctónicos (Tabla 8). La composición del zooplancton demersal durante los meses de muestreo varió entre 1-8 999 ind.m⁻³; las mayores abundancias se registraron en agosto (época de relajación), el cual estuvo dominada por el cladóceros *Penilia avirostris* (8 999 ind.m⁻³), seguido por los copépodos Calanoida (1 510 ind.m⁻³). A este grupo le siguieron los Pterópodos y los Apendiculados con 940 y 427 ind.m⁻³, respectivamente. El grupo “otros” estuvo representado por organismos que tuvieron menor representación en la muestra (< 5 ind.m⁻³), donde se incluyeron ostrácodos, poliquetos, radiolarios, larvas de bivalvos, larvas de anélidos, etc. Un segundo pico de abundancia se halló en mayo (surgencia), dominado por *Pseudevadne tergestina* (616 ind.m⁻³), seguido por *Penilia avirostris* (409 ind.m⁻³) y los copépodos Calanoida (452 ind.m⁻³, Figura 18).

Tabla 8. Abundancia (ind.m⁻³) de los principales grupos zooplanctónicos analizados durante los meses de muestreo, en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. Cop: Copépodos.

Taxones	Abril	Mayo	Julio	Agosto
Cop. Calanoida	85	452	331	1 510
Cop. Cyclopoida	1	56	9	49
Cop. Poecilostomatoida	4	1	6	150
Cladóceros Penilia	30	409	281	8 994
Cladóceros Evadne	5	616	240	249
Ostrácodos	-	16	-	9
Pterópodos	-	-	-	940
Poliquetos	2	5	-	103
Radiolaria	5	15	1	9
Sifonóforos	-	-	43	239
Medusas	53	79	30	4
Apendiculados	18	20	28	427
Quetognatos	-	-	4	381
Larvas Cipris	1	16	2	1
Nauplio de Cirrípedos	-	20	2	3
Larvas de Crustáceos	20	58	39	180
Huevos de peces	155	48	43	22
Larvas de peces	6	22	57	33
Larvas de Bivalvos	1	2	-	2
Larvas de gasterópodos	1	3	1	12
Larvas de equinodermos	-	7	-	-
Nematodos	-	-	-	4
Acantharia	7	-	-	-
Foraminífero	14	-	2	44

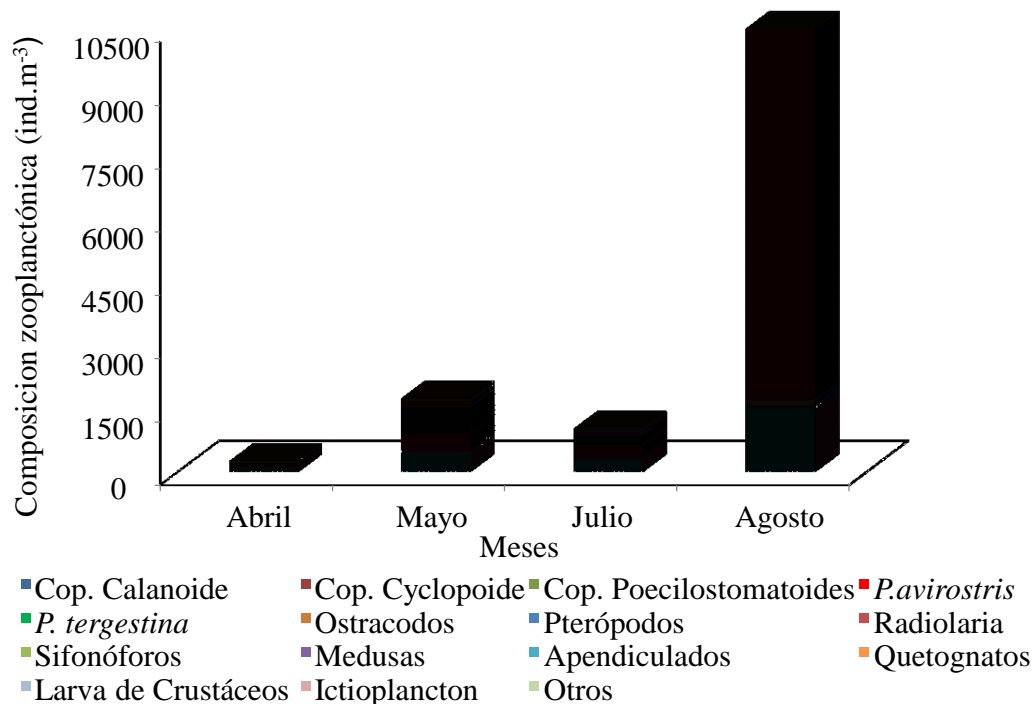


Figura 18. Composición zooplanctónica demersal de los principales grupos capturados en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela, durante los meses de muestreo del 2017.

2.6.- Composición mensual por estaciones

2.6.1.- Estación 1

En esta estación, al igual que la composición general, la mayor abundancia se registró en agosto (1-3 207 ind.m⁻³). La composición zooplanctónica estuvo dominada por *Penilia avirostris* en agosto, mayo y julio (3 207, 254 y 113 ind.m⁻³, respectivamente). En agosto, es importante destacar la abundancia de los Pterópodos (457 ind.m⁻³), seguido por los copépodos Calonoidea y los Apendiculados (355 y 110 ind.m⁻³, respectivamente). *Pseudevadne tergestina* obtuvo una alta representación en mayo (352 ind.m⁻³) y julio (118 ind.m⁻³). El grupo “otros” obtuvo una importancia significativa en agosto (671 ind.m⁻³), debido principalmente a los sifonóforos, medusas, larvas de gasterópodos y larvas de anélidos (Figura 19).

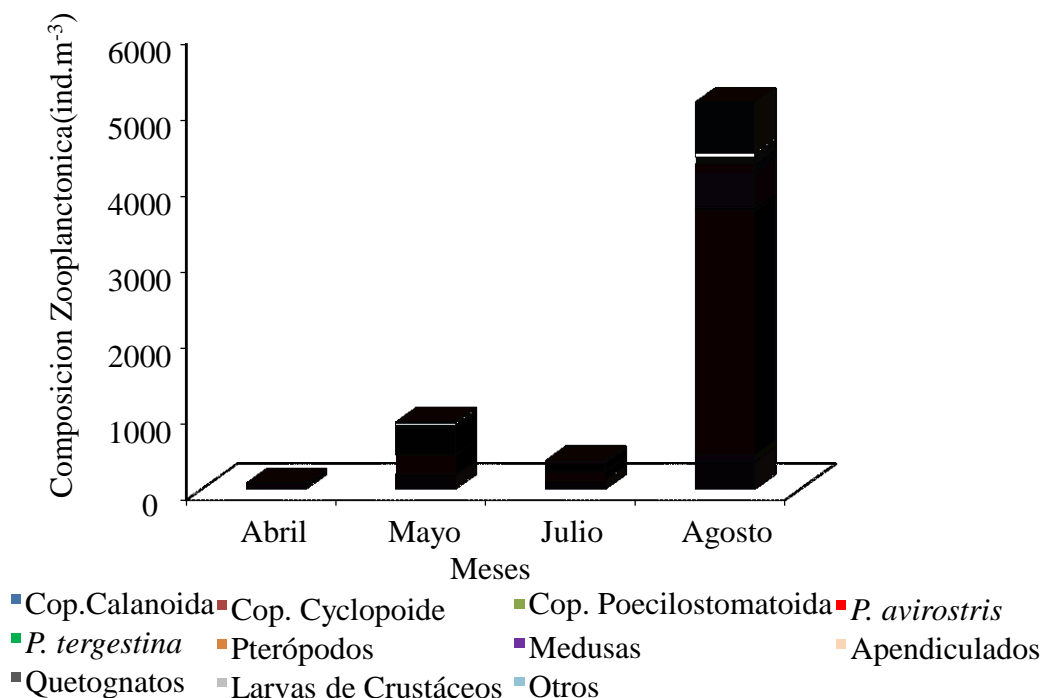


Figura 19. Composición zooplanctónica demersal en la estación 1 en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.

2.6.2.- Estación 2

La composición zooplanctónica demersal en esta estación siguió el mismo patrón general de la abundancia, presentando sus mayores abundancias en agosto (1-3 371 ind.m⁻³). La composición estuvo dominada por *P. avirostris*, durante agosto, mayo y julio (3 371, 152 y 77 ind.m⁻³, respectivamente); en agosto se destacó la abundancia de los copépodos Calanoida y Pterópodos (622 y 270 ind.m⁻³, respectivamente), de la misma forma *P. tergestina* obtuvo una abundancia representativa en mayo (258 ind.m⁻³). El grupo “otros” presentó una abundancia de 125 ind.m⁻³, representado por larvas de crustáceos, larvas de gasterópodos, apendiculados, medusas y anélidos (Figura 20).

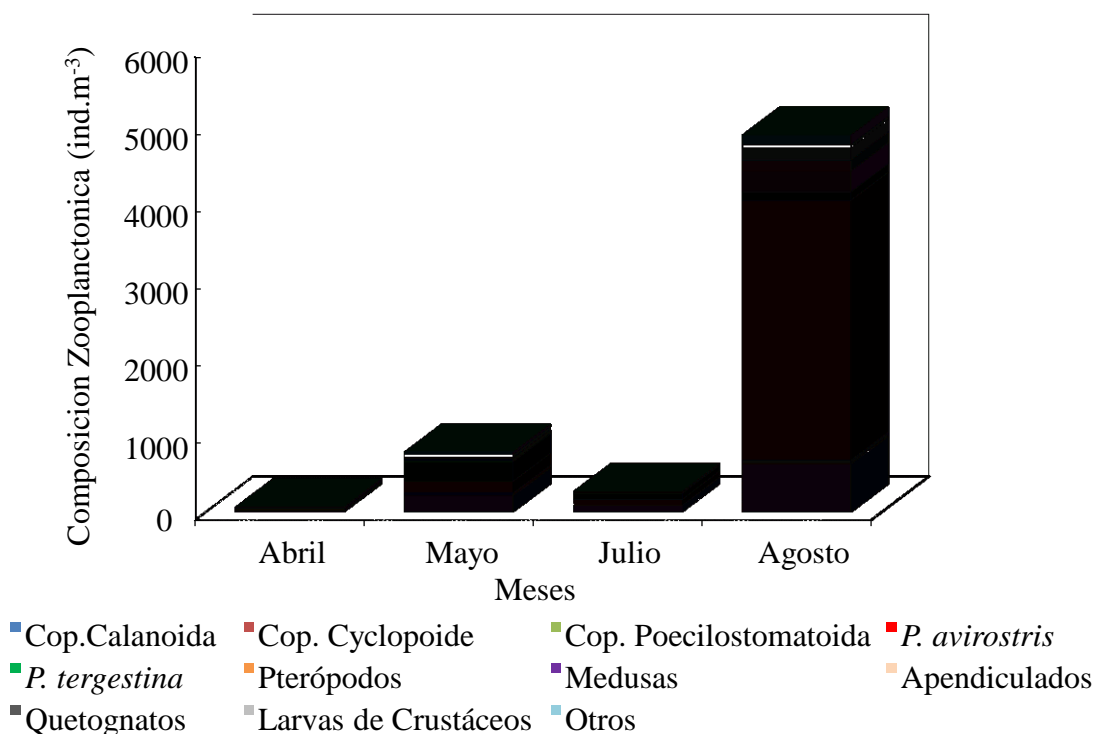


Figura 20. Composición zooplanctónica demersal en la estación 2 en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.

2.6.3.- Estación 3

La composición para esta estación presentó sus mayores abundancias en agosto (1-2 416 ind.m⁻³); durante agosto, *P. avirostris* presentó una gran dominancia (2 416 ind.m⁻³). En este mismo mes, también se observó la abundancia de ciertos organismos representativos en la muestra, destacando entre ellos los copépodos y pterópodos (533 y 213 ind.m⁻³, respectivamente), de igual forma se apreció una abundancia relativamente alta (176 ind.m⁻³) de apendiculados; el grupo “otros” también tuvo una representación significativa durante agosto (164 ind.m⁻³; Figura 21).

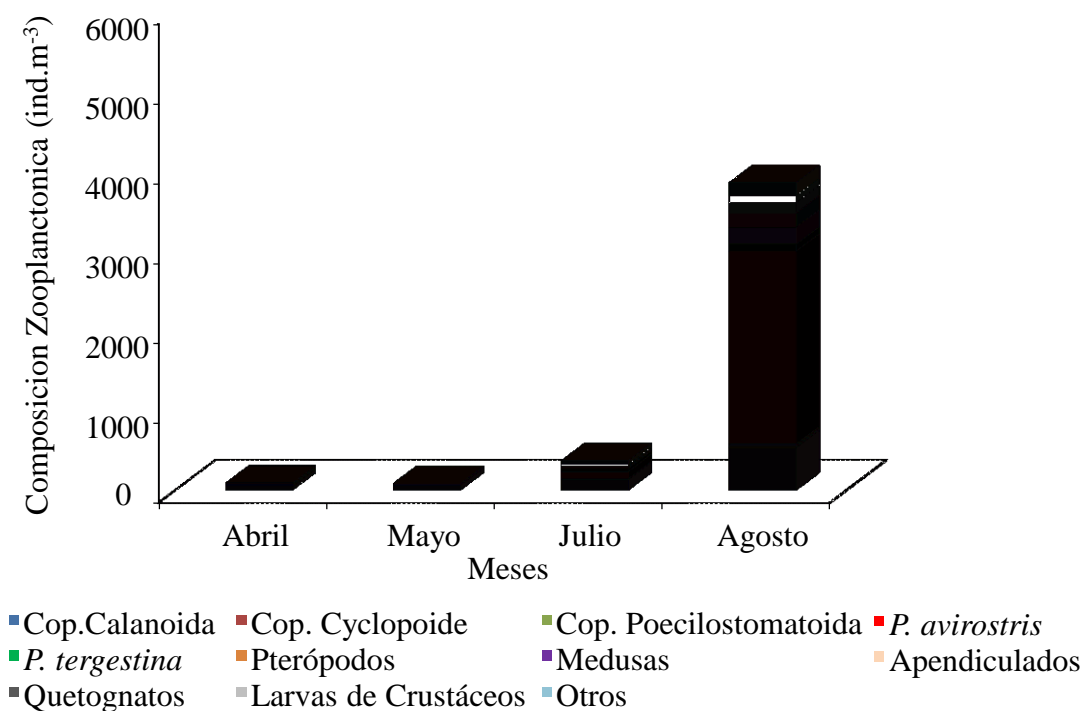


Figura 21. Composición zooplanctónica demersal de los principales grupos capturados en la estación 3 en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.

2.7.- Correlaciones de rango de Spearman entre las variables abióticas y bióticas

Este análisis permite comprobar la existencia o no de asociaciones entre las diferentes variables estudiadas, donde hay variables que se correlacionan de forma positiva o negativamente. Este coeficiente tiene un intervalo entre -1 a +1, en el cual valores de r positivos indican que esas variables guardan cierta asociación y en forma directa, mientras un r negativo evidencia relación inversa entre las variables.

En la Tabla 9 se puede observar los coeficientes de correlación y las probabilidades halladas para cada par de variables, encontrándose correlaciones altamente significativas entre la temperatura y la clorofila a ($r_s = 0,886$, $p < 0,01$). La salinidad mostró relaciones negativas significativas con respecto a la masa húmeda ($r_s = -0,627$; $p < 0,01$) y las precipitaciones ($r_s = -0,904$; $p < 0,01$). De igual manera, la masa húmeda presentó relaciones significativas con las precipitaciones ($r_s = 0,651$, $p < 0,01$) y, por último, las precipitaciones con la abundancia de los grupos zooplanctónicos ($r_s =$

0,529; $p < 0,05$).

Tabla 9. Matriz de correlación de rango de Spearman durante la época de surgencia entre las diferentes variables bióticas y abióticas en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. El color rojo representa las variables significativas. TEMP: temperatura, SAL: salinidad, CLA: clorofila *a*, PREC: precipitación, ABND: abundancia, MHUM: masa húmeda y VSEDI: volumen sedimentado.

	TEMP	SAL	CLA	MHUM	PREC	ABND
SAL	0,0000 (24) 1,0000					
CLA	0,8857 (24) 0,0000	-0,0883 (24) 0,6720				
MHUM	0,1094 (24) 0,6000	-0,6267 (24) 0,0027	0,1129 (24) 0,5882			
PREC	0,2928 (24) 0,1603	-0,9045 (24) 0,0000	0,2928 (24) 0,1603	0,6506 (24) 0,0018		
ABND	0,0564 (24) 0,7867	-0,4085 (24) 0,0501	-0,1410 (24) 0,4988	0,2656 (24) 0,2028	0,5299 (24) 0,0110	
VSEDI	-0,1685 (24) 0,4190	-0,1233 (24) 0,5543	-0,1401 (24) 0,5015	0,3460 (24) 0,0970	0,0848 (24) 0,6841	0,1178 (24) 0,5722

rs: Correlación (tamaño de la muestra) y P-valor.

En el periodo de surgencia se encontraron relaciones positivas entre la temperatura y la clorofila *a*, sugiriendo el efecto de la surgencia costera, mientras que la salinidad mostró una relación negativa con las precipitaciones, indicando mayores valores de salinidad en esta época por las bajas precipitaciones. No obstante, las relaciones significativas de la masa húmeda y la abundancia zooplanctónica podrían estar indicando un estímulo del zooplancton por parte de las precipitaciones.

En la Tabla 10 se pueden observar las correlaciones entre las variables bióticas y abióticas en el período de relajación. La temperatura mostró correlaciones negativas significativas entre la salinidad ($r_s = -0,617$, $p < 0,01$) y las precipitaciones ($r_s = -0,878$, $p < 0,01$). De igual manera, la salinidad reveló correlaciones negativas significativas entre clorofila *a* ($r_s = -0,716$; $p < 0,01$), masa húmeda ($r_s = -0,752$; $p < 0,01$), abundancia ($r_s = -0,757$; $p < 0,01$) y volumen sedimentado ($r_s = -0,721$; $p < 0,01$). Asimismo, la clorofila *a* y la masa húmeda presentaron relaciones negativas significativas con las precipitaciones ($r_s = -0,792$ y $r_s = -0,867$, $p < 0,01$, respectivamente) y, por último, las precipitaciones con la abundancia de los grupos zooplanctónicos ($r_s = -0,867$; $p < 0,05$) y el volumen sedimentado ($r_s = -0,867$; $p < 0,05$) también, presentaron relaciones negativas significativas.

En relajación se encontraron asociaciones negativas significativas entre la temperatura y la salinidad, lo que indica una época con temperaturas más cálidas típicas del periodo de lluvia. Los bajos registros de salinidad producto de las precipitaciones favorecen el incremento del zooplancton, ya sea por su abundancia como por la biomasa zooplanctónica (volumen sedimentado y masa húmeda), favoreciendo a los grupos oportunistas, como los copépodos y cladóceros, aunada a la relación positiva de la clorofila α con el zooplancton, indicando posiblemente el “grazing” o pastoreo por parte del zooplancton.

La composición del zooplancton demersal en las estaciones estudiadas presentaron similitud entre ellas; *P. avirostris*, fue la especie más abundante y dominante de todo el estudio, seguidos por los Calanoida y *P. tergestina*. De igual manera, es importante destacar la presencia de los Pterópodos en agosto en todas las estaciones. Gasca y Suárez (1996) mencionan que la dominancia de los copépodos y cladóceros es muy común en la mayoría de los estudios referentes a las comunidades zooplanctónicas pelágicas. En un estudio previo realizado por Espinoza (1977) en el golfo de Cariaco, también indicó que estos dos grupos constituyen agrupaciones dominantes. Por el contrario, Zoppi (1961; 1977), encontró una mayor abundancia y dominancia casi absoluta de copépodos, indicando que ellos son el grupo de organismos más numeroso e importante del zooplancton marino en el golfo de Cariaco. Existen

muchos estudios en donde se demuestra que los copépodos son el grupo con mayor porcentaje de aparición o abundancia, reforzar citas con estudios más recientes

Tabla 10. Matriz de correlación de rangos de Spearman durante la época de relajación entre las diferentes variables bióticas y abióticas en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. El color rojo representa las variables significativas. TEMP: temperatura, SAL: salinidad, CLA: clorofila *a*, PREC: precipitación, ABND: abundancia, MHUM: masa húmeda y VSEDI: volumen sedimentado.

	TEMP	SAL	CLA	MHUM	PREC	ABND
SAL	-0,6179 (24) 0,0030					
CLA	0,6377 (24) 0,0022	-0,7165 (24) 0,0006				
MHUM	0,7902 (24) 0,0002	-0,7520 (24) 0,0003	0,7337 (24) 0,0004			
PREC	-0,8783 (24) 0,0000	0,9045 (24) 0,0000	-0,7921 (24) 0,0001	-0,8675 (24) 0,0000		
ABND	0,7789 (24) 0,0002	-0,7568 (24) 0,0003	0,6884 (24) 0,0010	0,8085 (24) 0,0001	-0,8668 (24) 0,0000	
VSEDI	0,8443 (24) 0,0001	-0,7216 (24) 0,0005	0,7681 (24) 0,0002	0,8481 (24) 0,0000	-0,8670 (24) 0,0000	0,8941 (24) 0,0000

rs: Correlación (tamaño de la muestra) y P-valor.

Los resultados obtenidos en esta investigación no coinciden con Ramírez (2013), para la misma zona de estudio ya que, durante el período de relajación, su mayor abundancia estuvo representada por los copépodos como grupo dominante (94%).

Por su parte, Urosa (1978) en la cuenca Tuy Cariaco encontró a los cladóceros en abundancia numérica, indicando además que compartían muchas áreas marinas con los copépodos, como ocurre en el golfo de Cariaco; señalando también que los juveniles

recién liberados empiezan a su vez a reproducirse en corto tiempo, lo que da lugar a una considerable expansión numérica. De igual manera, Bagdó (1977) encontró una variación porcentual de copépodos y cladóceros, donde hace referencia a una frecuente sustitución de un grupo por otro. Por lo tanto, hace énfasis en que los copépodos son más frecuentes en los primeros meses del año, escasean en agosto, septiembre, octubre y noviembre, para aumentar nuevamente en diciembre, como puede reflejarse en este estudio.

También, 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 (Ramírez, 1981; Mújica y Espinoza, 1994; Ramírez, 1996; Vives, 1996). Los resultados de Márquez *et al.* (2008) en la parte interna de la bahía de Mochima, concuerdan con este trabajo, donde registraron a los cladóceros como el grupo más abundante en el zooplancton. Como complemento, Zoppi (1961) indicó que los cladóceros en muchas áreas pueden competir con los copépodos en abundancia numérica, dominando particularmente en las estaciones cercanas a las costas y durante los meses de calma.

Otro aspecto importante que hay que destacar en el presente estudio, es la abundancia de larvas meroplanctónicas, destacando las larvas de anélidos, equinodermos, bivalvos, gasterópodos, huevos y larvas de peces, entre otras. Esto afirma lo mencionado por Melo *et al.* (2010), quienes indicaron que la presencia constante de organismos en etapas tempranas de la vida destaca la importancia de los arrecifes como criaderos de peces e invertebrados. La ocurrencia de estos estadios, incluyendo algunas especies de interés socioeconómico en la región, es un argumento fundamental para la conservación de estos hábitats (Fariña *et al.*, 2022).

Si bien es cierto que en otros estudios, realizados en diferentes regiones presentaron mayor riqueza que esta investigación, reportando la abundancia y dominancia de ciertos grupos que normalmente son observados en muestras colectadas por redes de arrastre. Pero, que difieren totalmente de los grupos principalmente reportados en muestras de zooplancton demersal capturados con trampas de luz,

demostrando la ineficacia de este patín epibentónico para estudios de diversidad y variaciones temporales en muestras de zooplancton demersal.

Los grupos zooplanctónicos demersales dominantes identificados en la presente investigación contrastan a los reportados por Cahoon y Tronzo (1992) en su estudio de zooplancton demersal en la bahía de Onslow (Carolina del Norte, USA); ellos registraron como grupos dominantes a los copépodos harpacticoideos, copépodos ciclopoideos, nauplios de copépodos, nemátodos, cumáceos, gammáridos, anfípodos y mysidáceos. De igual forma, también difieren del trabajo Melo *et al.* (2010) en hábitats costeros tropicales (lecho de pastos marinos, arrecifes de coral, grava y fondos de arena) en la costa norte y sur de Pernambuco, Brasil, en donde los grupos Copepoda, Mysidacea, Ostracoda y Amphipoda, representaron los mayores aportes. Estos grupos, demostraron su importancia en el plancton demersal, a pesar de ser organismos holoplanctónicos que viven permanentemente en la columna de agua; sin embargo, durante el día, éstos se encuentran cerca del sustrato en busca de refugio (Emery, 1968). Por otra parte, cuando se compara con el trabajo de Pereira (2018), sobre la estructura, productividad y flujo de biomasa de la comunidad zooplanctónica pelágica y demersal del banco de Abrolhos, Brasil, sus resultados coinciden con la mayor ocurrencia de los copépodos, específicamente por un repunte de abundancia de *Dioithona oculata*, seguido por los anfípodo, dejando a los copépodos como el componente dominante. De igual manera, ocurre con los resultados de Bittencourt (2019), sobre la estructura, migración y flujo de biomasa de la comunidad zooplanctónica demersales en dos áreas arrecifales del noreste brasileño, donde registró las mayores abundancias en la época seca (53%), representado específicamente por las especies de copépodos *Paracalanus* spp., *Pseudodiaptomus aguda*, *Dioithona oculata*, *Longipedia* spp. y Thalestridae sp.

Al comparar los resultados obtenidos en la presente investigación, con el trabajo de trampas de luz realizado sobre las formaciones coralinas dentro de la bahía de Mochima por Brito (2013), también difiere, ya que en este trabajo destacan los isópodos, larvas de brachiura y de crustáceos. El autor indicó que la mayor aparición de estos pequeños crustáceos es por su tendencia a reaccionar a la atracción de la luz, y propone el método de trampas de luz como muy efectivo para planes de captación de

larvas vivas de camarones y cangrejos, para efectos de carcinicultura y colecta de alimento para cultivos marinos.

Los Decapoda y Polychaeta son considerados como representantes del plancton demersal (Sorokin, 1990); estos también se encontraron en las muestras evaluadas en este estudio, aunque en menor representación que los Copepoda y Cladocera.

Las diferencias observadas en la composición zooplanctónica demersal con los otros trabajos, puede ser debido a las diferencias entre las profundidades muestreadas, también, es probable que el uso del patín epibentónico empleado en este estudio conlleve a subestimaciones de las abundancias reales de zooplancton cuando se compara con las trampas de luz utilizadas por Alldredge y King (1980) y Cahoon y Tronzo (1992). Adicionalmente, estas diferencias en la composición y abundancia pudieran estar respaldadas por las horas de captación, ya que durante la noche las abundancias son mayores, así como el tipo de sustrato donde se colecta el zooplancton demersal, siendo muchas veces más abundante en sustratos blandos, como fanerógamas marinas, debido a la ausencia de peces planctívoros (Melo *et al.*, 2010).

En ambientes de arrecifes de coral, la comunidad de zooplancton sirve como fuente de alimento para animales pelágicos y bentónicos. De hecho, se ha informado que una mayor disponibilidad de zooplancton mejora significativamente el crecimiento de los corales (Heidelberg *et al.*, 2004), mientras que otros estudios han destacado la importancia del zooplancton demersal para el acoplamiento bentónico-pelágico a través de su flujo de biomasa entre los entornos de los arrecifes (Ohlhorst, 1982). Además, Lewis (1992), encontró que los copépodos contribuyen con el 63% de la dieta de los corales, atribuyéndose este hecho a su alta abundancia nocturna cerca de las superficies arrecifales (Heidelberg *et al.*, 2004; Pereira, 2018). Esto último quedó demostrado en la presente investigación, ya que los copépodos en general fueron muy abundantes en las muestras demersales capturadas en la ensenada de Turpialito.

Por último, debido al comportamiento de migración y su baja abundancia, los métodos convencionales de muestreo de zooplancton suelen ser inadecuados para recolectar el zooplancton demersal (Greene, 1990; Dahms y Qian, 2004). Varios estudios mostraron diferencias al utilizar redes de arrastre o trampas para recolectar

muestras de la comunidad demersal (Emery, 1968; Sale *et al.*, 1976) enfatizando que las trampas sí permiten un muestreo continuo por un período de tiempo en el mismo sustrato (Porter *et al.*, 1977; Smith *et al.*, 1979) que comprende toda la variación migratoria existente en esta comunidad. Debido a lo antes expuesto, y a la diferencia de los grupos zooplanctónicos demersales identificados en este trabajo con los de otras regiones, se recomienda realizar los próximos estudios de zooplancton demersal con trampas de luz.

Los estudios presentados en esta tesis tuvieron como objetivo fundamental ampliar el conocimiento de la comunidad de zooplancton en parches coralinos dentro del golfo de Cariaco. De esta forma, los resultados aquí presentados permiten concluir que el ecosistema arrecifal de la ensenada de Turpialito es bastante complejo, desde el punto de vista de todas las interacciones tróficas, el acoplamiento bentónico-pelágico y todas las influencias oceanográficas que actúan sobre esta porción del litoral nororiental de Venezuela. Todos estos factores actúan sobre el zooplancton formando asociaciones que aún no son bien conocidas. Por lo tanto, aún queda mucho por estudiar, formaciones arrecifales más grandes, con mayor profundidad, se deben identificar las especies y, para ello, se pueden aplicar nuevas formas de recolección e investigaciones para comprender mejor los sistemas arrecifes desde el punto de vista de la comunidad zooplanctónica demersal.

CONCLUSIONES

La ensenada de Turpialito mostró variabilidad bimodal típica de la región nororiental de Venezuela, con régimen de surgencia costera estacional entre abril y mayo, caracterizada por valores bajos de temperatura ($< 21^{\circ}\text{C}$) y altos valores de salinidad (> 37 ups). Así mismo, quedó demostrado el inicio de la época de relajación, en agosto, con temperatura alta ($> 25^{\circ}\text{C}$) y baja salinidad (< 30 ups).

La clorofila *a* presentó variación temporal y espacial significativa, siendo mayor en el período de surgencia costera.

Durante el período de relajación se registró los mayores valores de biomasa y abundancia zooplanctónica demersal, debido posiblemente a la influencia de agua dulce de las escorrentías de las lluvias, lo cual es una fuente importante de nutrientes alóctonos, que pueden tener un efecto en la fertilización de los ambientes costeros, favoreciendo la productividad del fitoplancton y posteriormente la de zooplancton.

La composición zooplanctónica demersal en la bahía de Turpialito, no corresponde con los grupos característicos asociados a los corales, ya que se encontró mayor abundancia de organismos holoplanctónicos (copépodos Calanoida, cladóceros, pteropodos, entre otros).

RECOMENDACIONES

A pesar de que el zooplancton está relativamente bien estudiado en Venezuela, la porción demersal aún se desconoce en muchas zonas o áreas del país. Los organismos demersales a menudo se submuestran y se pasan por alto en los estudios de arrecifes. Las redes de arrastre diurnas y nocturnas a menudo no pueden capturar toda la comunidad demersal, ya que, por ejemplo, durante la noche tienen una característica esporádica a lo largo de la noche y que eventualmente puede ser depredados antes de que se realicen los arrastres de las redes. Por consiguiente, se recomienda el uso de mallas más finas en el muestreo de campo ($< 300 \mu\text{m}$) para capturar adecuadamente las especies pequeñas, ya que se observó alto porcentaje de especies de cuerpo grande.

Adicionalmente, se recomienda el uso de trampas de luz para el estudio de zooplancton demersal, ya que permite un muestreo continuo por un periodo de tiempo en el mismo sustrato, abarcando toda la variación migratoria existente en esta comunidad.

En general, los resultados obtenidos aquí permitieron una mayor comprensión de la fauna de zooplancton arrecifal demersal en la ensenada de Turpialito. Es notoria la falta de conocimiento sobre esta comunidad, no solo en la costa nororiental, sino en toda la costa venezolana. Por lo tanto, el desarrollo de estudios que utilicen una metodología adecuada para la recolección de estos organismos en diferentes áreas y escalas de tiempo se vuelve fundamental para el conocimiento de la fauna zooplanctónica demersal venezolana, además de estudiar y comprender el papel de esta comunidad en el bentos y sus interacciones tróficas con la red pelágica.

BIBLIOGRAFÍA

- Allredge, L. y King, M. 1977. Distribution, abundance and substrate preference of demersal zooplankton at Lizard Island Lagoon, Great Barrier Reef. *Marine Biology*, 41: 317-333.
- Allredge, L. y King, M. 1980. Effects of moonlight on the vertical migration patterns of demersal zooplankton. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 44: 133-156.
- Amer, A. 2019. Zooplankton of the Red Sea. En: *Oceanographic and biological aspects of the Red Sea*. Rasul, N. y Stewart, I. (eds). Springer International Publishing. New York, U.S.A. Págs. 477-490.
- Alvera-Azcárate, A.; Barth, A. y Weisberg, R. 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: 97-120.
- Alvera-Azcárate, A.; Barth, A.; Weisberg, R.; Castañeda, J.; Vandembulcke, L. y Beckers, J. 2011. Thermocline characterization in the Cariaco basin: A modeling study of the thermocline annual variation and its relation with winds and chlorophyll-a concentration. *Continental Shelf Research*, 31: 73-84.
- Astor, Y.; Meri, J. y Müller-Karger, F. 1999. Variabilidad estacional hidrográfica en la Fosa de Cariaco. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle*, 58(149): 61-72.
- Bagdó, E. 1977. Abundancia, distribución horizontal y biomasa del zooplancton en el golfo de Cariaco entre marzo y diciembre de 1975. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Bakus, J. 1964. *The effects of fish-grazing on invertebrate evolution in shallow tropical waters*. Allan Hancock Foundation. University of Southern California Press. Los Angeles, U.S.A.
- Bittencourt, G. 2019. Estructura, migración y flujo de biomasa de la comunidad zooplanctónicas demersales en dos áreas arrecifales del noreste brasileño. Tesis de maestría. Postgrado en Oceanografía, Universidad Federal de Pernambuco. Pernambuco, Brasil.
- Blanco, A.; Márquez, B. y Díaz, O. 2016. Abundancia y distribución de los foraminíferos planctónicos, en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 55(2): 60-71.
- Boltovskoy, D. 1999. *South Atlantic zooplankton*. Backhuys Publisher. Leiden, The Netherlands.
- Brito, A. 2013. Variación y composición del zooplancton asociado a las formaciones coralinas de la bahía de Mochima, estado Sucre Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.

- Cahoon, B. y Tronzo, R. 1992. Quantitative estimates of demersal zooplankton abundance in Onslow Bay, North Carolina, USA. *Marine Ecology Progress Series*, 87: 197-200.
- Calef, G. y Grice, G. 1967. Influence of the Amazon River outflow on the ecology of the western Tropical Atlantic. II. Zooplankton abundance, copepod distribution, with remarks on the fauna of the low-salinity areas. *Journal of Marine Research*, 25(1): 84-94.
- Calvo, A.; Rincones, K.; Díaz, J.; Márquez, B, Subero, S.; Elista, E. y Troccoli, L. 2018. Distribución espacial y temporal del fitoplancton en el golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela, febrero 2014-enero 2015. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 47(2): 63-82.
- Campos-Hernández, A. y Suárez-Morales, E. 1994. *Copépodos pelágicos del Golfo de México y Mar Caribe. 1. Biología y Sistemática*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQROII-CONACYT). Ciudad de México, México.
- Carpenter, S.; Cole, J.; Hodgson, J.; Kitchell, J.; Pace, M.; Bade, D.; Cottingham, K.; Essington, T.; Houser, J. y Schindler, D. 2001. Trophic cascades, nutrients, and lake productivity: whole-lake experiments. *Ecological Monographs*, 71(2): 163-186.
- Castellanos, O. y Suárez, E. 1997. Observaciones sobre el zooplancton de la zona arrecifal de Mahahual, Quintana Roo (mar caribe Mexicano). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma, México Serie Zoológica*, 68(2): 232-237.
- Chew, L.; Chong, C.; Tanaka, K. y Sasekumar, A. 2012. Phytoplankton fuel the energy flow from zooplankton to small nekton in turbid mangrove waters. *Marine Ecology Progress Series*, 469: 7-24.
- Clarke, K. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Ecology Journal*, 18: 117-143.
- Couturier, L.; Rohner, C.; Richardson, A.; Marshall, A.; Jaine, F.; Bennett, M.; Townsend, R.; Weeks, S. y Nichols, P. 2013. Stable isotope and signature fatty acid analyses suggest reef manta rays feed on demersal zooplankton. *PLoS One*, 8(10): e77152.
- Cury, P. 1991. Une approche théorique de l'impact de l'environnement sur la pêche. En: *Pêcheries ouest-africaines. Variabilité, instabilité et changement*. Cury, P. y Roy, C. (eds). ORSTON Editorial. Paris, Francia. Págs. 368-376.
- Cury, P. y Roy, C. 1989. Optimal environmental window and pelagic fish recruitment success in upwelling areas. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 46: 670-680.
- Da Costa, R.; Atique, P.; Da Costa, K. y Pereira, L. 2011. Seasonal and spatial variation in hydrological parameters and microzooplankton communities in an Amazonian estuary. *Journal of Coastal Research*, 64: 1477-1481.

- Dahms, P. y Qian, P. 2004. Drift pump and drift net two devices for the collection of bottom near drifting biota. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 301(1): 29-37.
- Elista, E. 2017. Variabilidad temporal y espacial de la composición y abundancia de las larvas planctónicas de decápodos del golfo de Cariaco, estado sucre, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Elser, J.; Elser, M.; Mackay, N. y Carpenter, S. 1988. Zooplankton-mediated transition between N- and P-limited algal growths. *Limnology and Oceanography*, 33(1): 1-14.
- Emery, A. 1968. Preliminary observations on coral reef plankton. *Limnology and Oceanography*, 13: 293-303.
- Espinoza, A. 1977. Plancton carnívoro del golfo de Cariaco y su abundancia relativa. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Espinoza-Carreón, A. y Valdez-Holguin, E. 2007. Variabilidad interanual de la clorofila en el golfo de California. *Ecología Aplicada*, 6(1-2): 83-92.
- Esquivel-Garrote, O. y Morales-Ramírez, A. 2020. Nocturnal variation of the zooplankton community in coral reef substrates at Isla del Coco National Park (Eastern Tropical Pacific). *Revista de Biología Tropical*, 68(1): 261-270.
- Fariña, A.; Marín, B. y Rey-Méndez, M. 2022. Fluctuaciones temporales del ictioplancton en el sector Las Caracas, Parque Nacional Mochima, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 61(1): 35-56.
- Ferraz-Reyes, E. 1987. Productividad primaria del golfo de Cariaco. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela. Universidad de Oriente*, 22(1-2): 111-124.
- Ferraz-Reyes, E. 1989. Influencia de los factores físicos e la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en el Golfo de Cariaco (Venezuela). *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela. Universidad de Oriente*, 28(1 y 2): 47-56.
- Fogarty, M. 1992. Recruitment in randomly varying environments. *Journal Marine Science*, 50: 247-260.
- Franks, P.; Di Lorenzo, E.; Goebel, N.; Chenillat, F.; Rivière, P.; Edward, C. y Miller, A. 2013. Modeling physical-biological responses to climate change in the California Current System. *Oceanography*, 26(3): 26-33.
- Gade, G. 1961. Further hydrographic observations in the southeastern Caribbean Sea and the adjacent Atlantic Ocean with special reference to the influence of the Orinoco River. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela. Universidad de Oriente*, 1(2): 359-395.
- Garboza da Costa, I.; Carneiro-Pereira, L. y Marinho da Costa, R. 2008. Short and long-term temporal variation of the zooplankton in a tropical estuary (Amazon region,

- Brazil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Série ciências naturais Belém*, 3(2): 127-141.
- García, J. y López, J. 1989. Seasonal patterns of phytoplankton productivity, zooplankton abundance and hydrological conditions in Laguna Joyuda, Puerto Rico. *Scientia Marina*, 53(2-3): 625-631.
- Gasca, R. y J. Suárez. 1996. *Introducción al estudio del zooplancton marino*. El colegio de la frontera del sur (ECOSUR). Ciudad de México, México.
- Gómez, A. 1996. Causas de la fertilidad marina en el nororiente de Venezuela. *Interciencia*, 21(3): 140-146.
- Gómez, A. 2007. Producción primaria en el sureste de la Isla de Margarita (Venezuela). *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 46(2): 97-105.
- Gómez, A. 2019. Variación a largo término (2002-2016) en la densidad y composición del mesozooplankton indica cambio de régimen en isla Margarita (Venezuela). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 48(1): 65-87.
- González, F.; Zoppi, E. y Montiel, E. 2006. Productividad primaria del fitoplancton en la Bahía de Mochima, Venezuela. *Investigaciones Marinas*, 34(2): 37-45.
- Greene, C. 1990. Brief review and critique of zooplankton sampling methods: Copepodology for the larval ecologist. *Ophelia*, 32(1-2): 109-113.
- Gross, G. y Gross, E. 1996. *Oceanography: A view of earth*. Prentice-Hall Inc. New Jersey, U.S.A.
- Hammer, M. 1981. Day-Night differences in the emergence of demersal zooplankton from a sand substrate in a Kelp Forest. *Marine Biology*, 62: 275-280.
- Hammer, M. y Zimmerman, C. 1979. Species of demersal zooplankton inhabiting kelp forest ecosystem off Santa Catalina Island, California. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*, 78: 199-206.
- Hays, G.; Richardson, A. y Robinson, C. 2005. Climate change and marine plankton. *Trends in Ecology and Evolution*, 20(6): 337-344.
- Heidelberg, K.; Sebens, K. y Purcell, J. 2004. Composition and sources of near reef zooplankton on a Jamaican forereef along with implications for coral feeding. *Coral Reefs*, 23(2): 263-276.
- Hobson, S. y Chess, R. 1979. Zooplankters that emerge from the lagoon floor at night at Kure and Midway Atolls, Hawaii. *Fishery Bulletin*, 77: 275-280.
- Jacoby, C. y Greenwood, J. 1989. Emergent zooplankton in Moreton Bay, Queensland, Australia: seasonal, lunar, and diel patterns in emergence and distribution with respect to substrata. *Marine Ecology Progress Series*, 51: 131-154.
- Jayabarathi, R.; Padmavati, G. y Anandavelu, I. 2012. Abundance and species composition of Harpacticoid copepods from a sea grass patch of South Andaman, India. *Current Research Journal of Biological Sciences*, 4(6): 717-724.

- Jordán, T.; Correll, D.; Miklas, J. y Weller, D. 1991. Long-term trends in estuarine nutrients and chlorophyll, and short-term effects on variations in watershed discharge. *Marine Ecology Progress Series*, 75: 121-132.
- Jones, R. y Henderson, E. 1987. The dynamics of energy transfer in marine food chains. *African Journal of Marine Science*, 5: 447-65.
- Johnson, W. 1949. Zooplankton as an index of water exchange between Bikini lagoon and sea. *Transactions-American Geophysical Union*, 30: 238-244.
- Jury, R. 2017. Eastern Venezuela coastal upwelling in context of regional weather and climate variability. *Regional Studies in Marine Science*, 18: 219-228.
- Kidd, R. y Sander, F. 1979. Influence of Amazon River discharge on the marine production system off Barbados, West Indies. *Journal of Marine Research*, 34: 669-681.
- Kramer, M.; Bellwood, R. y Bellwood, O. 2013. Fauna emergente de superficies duras en la Gran Barrera de Coral, Australia. *Marine and Freshwater Research*, 64(8): 687-691.
- Kruskal, J. y Wish, M. 1978. *Multidimensional scaling*. Sage Publications. California, U.S.A.
- Lalli, C. y Parsons, T. 2006. *Biological oceanography*. Second edition. Elsevier Butterworth Heinemann Publishing. New York, U.S.A.
- Lewis, J. 1992. Heterotrophy in corals: zooplankton predation by the hydrocoral *Millepora complanata*. *Marine Ecology Progress Series*, 90: 251-256.
- Lind, O. 1979. *Handbook of common methods in limnology*. Second edition. The Mosby Company. Michigan, U.S.A.
- Marín, B. y Dodson, J. 2000. Age, growth and fecundity of the silver mullet, *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae), in coastal areas of northeastern Venezuela. *Revista Biología Tropical*, 48: 389-398.
- Marguillier, S.; Velde, D.; Dehairs, F.; Hemminga, A. y Rajagopal, S. 1997. Trophic relationships in an interlinked mangrove-seagrass ecosystem as traced by $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$. *Marine Ecology Progress Series*, 151: 115-121.
- Márquez, A.; Senior, W.; Benítez, A.; Fermín, I.; Martínez, G.; González, A.; Castañeda, J.; Alcalá, L. y Cruz, R. 2011. Sector oriental del golfo de Cariaco, Venezuela. Una descripción de su dinámica hidroquímica, procesos, y del rol de la surgencia costera estacional. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 50(2): 255-272.
- Márquez, B.; Benítez, M. y Troccoli, L. 2016. Hidrografía y cambios estructurales del mesozooplankton en el golfo de Cariaco, en dos períodos contrastantes. *Revista de Biodiversidad Neotropical*, 6(2): 135-146.
- Márquez, B.; Díaz, J.; Troccoli, L.; Marín, B. y Varela, R. 2009. Densidad, biomasa y

- composición del zooplancton, en el estrato superficial de la cuenca de Cariaco, Venezuela. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 44(3): 737-749.
- Márquez, B.; Marín, B.; Díaz-Ramos, J. y Troccoli, L. 2008. Biomasa, densidad y composición zooplanctónica de la bahía de Mochima, Venezuela. *Gayana*, 72(1): 52-67.
- Márquez, B.; Troccoli, L.; Marcano, L.; Morales, J.; Allen, T.; Marín, B. y Díaz-Ramos, J. 2011. Estructura comunitaria del zooplancton en dos localidades del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 50(2): 3-21.
- Márquez, B.; Troccoli, L.; Marín, B. y Díaz-Ramos, J. 2018. Abundancia y distribución del zooplancton superficial de la zona costera Arapito Santa Fe, estado Sucre, Venezuela. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 47(2): 111-133.
- Márquez, B.; Zoppi de Roa, E.; Troccoli, L. y Montiel, E. 2017. Cambios estructurales del mesozooplancton en relación a las condiciones hidrográficas en el golfo de Cariaco, Venezuela. *Biota Colombiana*, 18(1): 148-171. DOI: 10.21068/c2017.v18n01a9.
- Martínez, G.; Hernández, D.; Quintero, A.; Márquez, A.; Senior, W. y González, A. 2011. Estudio físico-químico de las aguas del sector oriental del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 50(2): 273-287.
- Mascart, T. 2010. The role of meiofauna in the energy transfer in a Mediterranean seagrass bed (Calvi, Corsica). Tesis doctoral. Department of Marine Biology, Ghent University. Ghent, Bélgica.
- Melo, C.; Silva, A.; Neumann-Leitão, S.; Schwamborn, R.; Gusmão, O. y Porto, F. 2010. Demersal zooplankton communities from tropical habitats in the southwestern Atlantic. *Marine Biology Research*, 6: 530-541.
- Montgomery, D. 1997. *Design and analysis of experiments*. Third edition. Wiley. New York, U.S.A.
- Morales, J. 2008. Abundancia, composición y biomasa de los espectros de tallas del zooplancton en la plataforma Pariche-Manicuaire, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Morales, J. 2014. Distribución vertical de los copépodos en la depresión de Guaracayal, golfo de Cariaco, Venezuela. Tesis de maestría. Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Mújica, A. y Espinoza, A. 1994. Cladóceros marinos chilenos (18° 30` - 37° 30` S). *Revista Chilena de Historia Natural*, 67: 265-272.
- Nagelkerken, I. 2009. *Ecological connectivity among tropical coastal ecosystems*. Second edition. Springer Dordrecht Heidrecht London. New York, U.S.A.

- Núñez, J. 2006. Estructura de la comunidad íctica en un arrecife de coral franjeante de Turpialito-Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Okuda, T. 1982. Rate of water renewal and phosphate input in the gulf of Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 21(1&2): 3-12.
- Okuda, T.; Álvarez, J.; Bonilla, J. y Cedeño, G. 1978. Características hidrográficas del Golfo de Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela. Universidad de Oriente*, 17(1-2):69-88.
- Ohlhorst, S. 1982. Diel migration patterns of demersal reef zooplankton. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 60: 1-15.
- Pereira, L. 2018. Estructura, productividad y flujo de biomasa de comunidad zooplanctónica pelágica y demersal del banco de abrolhos. Tesis de maestría. Postgrado en Oceanografía, Universidad Federal de Pernambuco. Pernambuco, Brasil.
- Pírela-Ochoa, E.; Troccoli, L. y Hernández-Ávila, I. 2008. Hidrografía y cambios en la comunidad del microfitoplancton de la Bahía de Charagato, Isla de Cubagua, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 47(1): 3-15.
- Pitt, K.; Clement, A.; Connolly, R. y Botha, D. 2008. Predation by jellyfish on large and emergent zooplankton: Implications for benthic-pelagic coupling. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76(4): 827-833.
- Platt, T. y Sathyendranath, S. 1999. Spatial structure of pelagic ecosystem processes in the global ocean. *Ecosystems*, 2(5): 384-394.
- Porter, J. 1974. Zooplankton feeding by the Caribbean reef-building coral *Montastrea cavernosa*. *Coral Reefs*, 1: 111-125.
- Porter, J.; Porter, K. y Batac-Catalan, Z. 1977. Quantitative sampling of demersal plankton migrating from different coral reef substrates. *Limnology and Oceanography*, 22(3): 553-556.
- Primo, A.; Kimmel, D.; Marques, S.; Martinho, F.; Azeiteiro, U. y Pardal, M. 2015. Zooplankton community responses to regional-scale weather variability: a synoptic climatology approach. *Climate Research*, 62(3): 189-198.
- Purcell, T. 1980. *The effects of rainfall runoff on two un-developed tropical bays in St. John, US Virgin Islands*. Caribbean Research Institute Technical Report N° 5. St. Thomas, Virgin Islands, U.S.A.
- Quintero, A.; Terejova, G. y Bonilla, L. 2005. Morfología costera del golfo de Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 44: 133-143.
- Ramírez, A. 2013. Densidad y distribución vertical del zooplancton durante tres períodos del año, en Turpialito, Golfo de Cariaco, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.

- Ramírez, F. 1981. Cladocera. En: *Atlas del zooplancton Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. Boltovskoy, D. (ed). Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesqueros (INDEP) Mar de Plata, Argentina. Págs. 553-542.
- Ramírez, F. 1996. Cladóceros En: Gasca, R. y Suárez E. (eds). *Introducción al estudio del zooplancton marino*. El colegio de la frontera Sur (ECOSUR) / CONACYT. Ciudad de México, México.
- Rao, T. y Urosa, L. 1974. Ecología del zooplancton en el golfo de Cariaco. Parte I variabilidad de la biomasa del zooplancton durante el periodo de agosto a noviembre de 1973. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente*, 13(1-2): 67-78.
- Razouls, C.; Bovee, F.; Kouwenberg, J. y Desreumaux, N. 2022. "Diversity and geographic distribution of marine planktonic copepods". <<http://copepodes.obs-banyuls.fr/en>> (15-10-2022).
- Ríos-Jara, E. 1998. Spatial and temporal variations in the zooplankton community of phosphorescent bay, Puerto Rico. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 46(6): 797-809.
- Rueda-Roa, D. y Müller-Karger, F. 2013. The Southern Caribbean upwelling system: Sea surface temperature, wind forcing and chlorophyll concentration patterns. *Deep-Sea Research I*, 78: 102-114.
- Rueda-Roa, D.; Mendóza, J.; Müller-Karger, F. y Cárdenas, J. 2017. Spatial variability of Spanish sardine (*Sardinella aurita*) abundance as related to the upwelling cycle off the southeastern Caribbean Sea. *PLoS ONE*, 12(6): e0179984.
- Rueda-Roa, D.; Ezer, T. y Müller-Karger, F. 2018. Description and mechanisms of the mid-year upwelling in the Southern Caribbean Sea from remote sensing and local data. *Journal of Marine Science and Engineering*, 6(2): 36-46. DOI: 10.3390/jmse6020036.
- Sale, P.; McWilliam, P. y Anderson, D. 1976. Composition of the near-reef zooplankton at Heron Reef, Great Barrier Reef. *Marine Biology*, 34(1): 59-66.
- Serrano-Zabala, R.; Márquez, B.; Troccoli, L.; Rincones, K.; Díaz, J. y Reyes, J. 2020. Variabilidad de la abundancia del zooplancton en dos ambientes neríticos del nororiente de Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 59(1): 85-108.
- Sheskin D. (ed). 2004. *Parametric and nonparametric statistical procedures*. Chapman & Hall. Boca Ratón, Estados Unidos.
- Silva, C. y Alvarado, R. 2013. Composición y abundancia del zooplancton de la laguna de Coyuga, Guerrero, México. *Hidrobiológica*, 23(2): 241-249.
- Silva, T. 2003. Zooplâncton demersal na área de proteção ambiental de Tamandaré (APA dos Corais), Pernambuco-Brasil. Tesis doctoral. Departamento de

- Oceanografía, Universidade Federal de Pernambuco. Pernambuco, Brasil.
- Smith, D. 1977. *A guide to Marine Coastal plankton and marine invertebrate larvae*. Kendall-Hunt Publishing Company. New York, U.S.A.
- Smith, D.; Bulleid, N.; Campbell, R.; Higgins, H.; Rowe, F.; Tranter, D. y Tranter, H. 1979. Marine food-web analysis: An experimental study of demersal zooplankton using isotopically labelled prey species. *Marine Biology*, 54: 49-59.
- Snedaker, S. y Getter, C. 1985. *Pautas para el manejo de los recursos costeros*. Research Planning Institute. Columbia, Estados Unidos.
- Sterza, J. y Fernández, L. 2006. Zooplankton community of the Vitória Bay estuarine system (Southeastern Brazil). Characterization during a three-year study. *Brazilian Journal of Oceanography*, 54(2-3): 95-105.
- Sorokin, Y. 1990. Plankton in the reef ecosystems. En: *Ecosystems of the world, coral reefs*. Dubinsky, Z. (ed). Elsevier. Amsterdam, Países Bajos. Págs. 291-327.
- Subero, P. 1994. Distribución vertical del fitoplancton en una estación ubicada en la zona de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela. Octubre 92- Octubre 93. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Suthers, I.; Risik, D. y Richardson, A. 2019. *Plankton: a guide to their ecology and monitoring for water quality*. Second edition. Csiro Publishing. Boca Raton, USA.
- Tanaka, M.; Amatzia, Y.; Gregory, I. y Hidekatsu, Y. 2021. The potential role of turbulence in modulating the migration of demersal zooplankton. *Limnology and Oceanography*, 66: 855-864. DOI: 10.1002/lno.11646.
- Todd, C. y Laverack, M. 1991. *Coastal marine zooplankton: A practical manual for students*. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom.
- Tranter, D. y George, J. 1972. *Zooplankton abundance at kabarati and kalpeni atolls in the Laccadives*. Proceedings Symposium on coral and coral reefs. Mandapam, India. Págs. 239-256.
- Trégouboff, G. y Rose, M. 1957. *Manuel de planctonologie Méditerranéenne*. Centre National de la Recherche Scientifique. Paris, Francia.
- Urosa, L. 1978. Fluctuación cuantitativa del phylum Chaetognatha en el golfo de Cariaco entre 1976 y 1977 y su relación con aspectos hidrográficos. Tesis de maestría. Postgrado de Biología Marina, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Vereshchaka, A. y Anokhina, L. 2014. Composition and dynamics of the Black Sea benthopelagic plankton and its contribution to the near-shore plankton communities. *PLoS One*, 9(6): e99595.
- Vives, F. 1996. Zooplancton nerítico de las aguas de Castellón (Mediterráneo

- Occidental). *Investigación Pesquera*, 30: 49-166.
- Vu, H.; Casareto, B.; Hayashizaki, K.; Sangsawang, L.; Toyoda, K.; Tran, L. y Suzuki, Y. 2017. Role of demersal zooplankton as a food source for higher trophic levels at Fukido Estuary. *International Journal of Marine Science*, 7(17): 161-175.
- Yoshioka. P.; Owen, G. y Pesante, D. 1985. Spatial and temporal variations in Caribbean zooplankton near Puerto Rico. *Journal of Plankton Research*, 7: 733-751.
- Youngbluth, J. 1982. Sampling demersal zooplankton: A comparison of field collections using three different emergence traps. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 61: 111-124.
- Zar, J. 2010. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall. New York, U.S.A.
- Zieman, J.; Macko, S. y Mills, A. 1984. Role of seagrasses and mangroves in estuarine food webs: Temporal and spatial changes in stable isotope composition and amino acid content during decomposition. *Bulletin of Marine Science*, 35: 380-392.
- Zoppi, E. 1961. Distribución vertical del zooplancton en el Golfo y extremo Este de la Fosa de Cariaco. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela. Universidad de Oriente*, 1(1): 219-248.
- Zoppi, E. 1977. El zooplancton marino de la región oriental de Venezuela. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

APÉNDICE



Figura 22. Imágenes de los muestreos, utilizando el patín epibentónico artesanal en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela.

HOJA DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	Evaluación de la comunidad zooplanctónica demersal en la zona arrecifal de turpialito, golfo de cariacó, Venezuela.
Subtítulo	

Autor (es):

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Cova G. Ángel J.	CVLAC	23 701 625
	e-mail	<i>Angelcova887@gmail.com</i>
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

demersal
zooplancton
sistema de arrastre
arrecife de coral

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias	Biología

Resumen (abstract):

Con el fin de evaluar la comunidad zooplanctónica demersal en la ensenada de Turpialito, estado Sucre, Venezuela, se realizaron muestreos mensuales en tres estaciones, utilizando un sistema de arrastre demersal (patín epibentónico artesanal), en el período de surgencia (abril y mayo 2017) y relajación (julio y agosto 2017). Se realizaron arrastres oblicuos lo más cercano a las formaciones coralinas (aproximadamente 14 m de profundidad), utilizando un patín epibentónico equipado con una red de bongo (333 μm); cada red se dividió en dos, generando 4 muestras por estación. Se midieron las variables abióticas (temperatura, salinidad, índice de surgencia y precipitación) y bióticas (clorofila *a*, volumen sedimentado, masa húmeda, abundancia y composición zooplanctónica demersal). La temperatura superficial del agua osciló entre 21,49-26,25°C, mientras que la salinidad varió entre 26,33-37,33 ups. Para ambas variables se observó diferencias significativas entre los meses ($p < 0,05$), mientras para las estaciones no se hallaron diferencias significativas ($p > 0,05$). En relación con los periodos estudiados, no se halló diferencias significativas en la temperatura a diferencia de la salinidad, donde los valores más altos se registraron en el periodo de surgencia costera. El volumen sedimentado y la masa húmeda variaron entre 0,035-8,704 mL.m^{-3} y 0,020 y 0,368 mg.m^{-3} , respectivamente; en la biomasa zooplanctónica se hallaron diferencias significativas solamente entre los meses ($p < 0,05$). La concentración de clorofila α entre los meses estudiado osciló entre 0,82-8,4 mg.m^{-3} ; esta variable registró diferencias significativas entre los meses ($p < 0,05$) y los períodos estudiados; el mayor valor se halló en el periodo de surgencia (mediana: 5,89 mg.m^{-3}). La abundancia zooplanctónica demersal varió entre 36 y 1 225 ind.m^{-3} . Se registró diferencias significativas entre los meses y los periodos ($p < 0,05$); se hallaron los valores más altos en el periodo de relajación (664 ind.m^{-3}). En cuanto a la composición, se observó la presencia de 24 grupos de organismos zooplanctónicos, con mayor abundancia en agosto 2017. Los grupos con mayor dominancia correspondieron al cladóceros *Penilia avirostris* y a los copépodos Calanoida, seguidos por el cladóceros *Pseudevadne tergestina*. La ensenada de Turpialito mostró variabilidad bimodal típica de la región nororiental de Venezuela, con régimen de surgencia costera estacional (abril-mayo) y la época de relajación (julio-agosto); no obstante, la biomasa y abundancia zooplanctónica demersal presentó variación temporal significativa, siendo mayor en relajación; esta mayor abundancia se debe posiblemente a la influencia de agua dulce de las escorrentías de las lluvias, lo cual es una fuente importante de nutrientes alóctonos, que pueden tener un efecto en la fertilización de los ambientes costeros, favoreciendo la productividad del fitoplancton y posteriormente la de zooplancton. Por otra parte, los resultados mostraron una ineficiencia del patín epibentónico artesanal para la captura de grupos demersales típicos de ecosistemas coralinos.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Márquez R. Brightdoom J.	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	10 856 800
	e-mail	<i>bmarquez2001@gmail.com</i>
	e-mail	
Morales E. Josefa A.	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	13 052 770
	e-mail	<i>josefamorales61@gmail.com</i>
	e-mail	
Cedeño G. Katiana M	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	14 660 867
	e-mail	<i>katianac7@gmail.com</i>
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2023	03	21

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo (s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
NSUTTG_CGAJ2023	Word 1997-2003

Alcance:

Espacial: Nacional (Opcional)

Temporal: Temporal (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo:

Licenciado en Biología

Nivel Asociado con el Trabajo: Licenciado

Área de Estudio: Biología

Institución (es) que garantiza (n) el Título o grado:

Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Letdo el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE SISTEMA DE BIBLIOTECA	Cordialmente,	
RECIBIDO POR <i>Martínez</i>		
FECHA <i>5/8/09</i> HORA <i>5:30</i>	JUAN A. BOLAÑOS CUNVELO Secretario	

C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

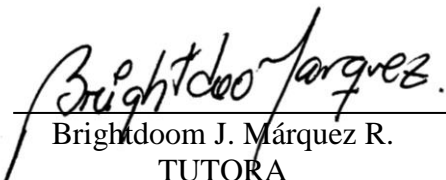
Apartado Correos 094 / Telfs: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumaná - Venezuela

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009): “los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario para su autorización”.



Ángel J. Cova G.
AUTOR



Brightdoom J. Márquez R.
TUTORA