



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

VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LOS MOLUSCOS  
MEROPLANCTÓNICOS EN LA ENSENADA EL TIGRILLO, PARQUE NACIONAL  
MOCHIMA, VENEZUELA  
(Modalidad: Tesis de Grado)

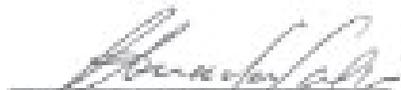
JOSÉ LEONARDO ARENAS MONTES

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

CUMANÁ, 2025

VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LOS MOLUSCOS  
MEROPLANCTÓNICOS EN LA ENSENADA DEL TIGRILLO, PARQUE  
NACIONAL MOCHIMA, VENEZUELA

APROBADO POR:



---

Prof. Johanna Fernández  
Asesora



---

Prof. Sieliz Villafranca  
Jurado



---

Prof. Dwight Arrieche  
Jurado

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	I
AGRADECIMIENTOS .....	II
LISTA DE TABLAS .....	III
LISTA DE FIGURAS .....	IV
RESUMEN .....	VI
INTRODUCCIÓN .....	1
METODOLOGÍA .....	6
Área de estudio .....	6
Diseño experimental .....	7
Recolección de muestras .....	8
Separación e identificación de las muestras biológicas .....	8
Determinación de la abundancia .....	9
Determinación de las variables abióticas .....	9
Análisis estadísticos .....	10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	11
Abundancia de moluscos meroplanctónicos .....	17
Variables abióticas .....	24
Variables abióticas vs abundancia de moluscos .....	35
CONCLUSIONES .....	37
RECOMENDACIONES .....	38
BIBLIOGRAFÍA .....	39
APÉNDICES .....	48
HOJA DE METADATOS .....	50

## DEDICATORIA

A mis abuelos y padres, especialmente a mi madre Niurka Montes, por poner todo su empeño, eres un ejemplo a seguir para mí, gracias por el más puro y sincero amor. A ellos va dedicado esto, por siempre apoyarme e impulsarme a alcanzar cada una de mis metas.

A mis tías Carmen y Elsa Montes, mis segundas madres, porque también han sido un gran ejemplo para mí, y me han enseñado a no rendirme a pesar de las adversidades.

A mi hermana querida, Patricia Andrea Arenas, por siempre creer que podría lograrlo, y por acompañarme en los momentos que más lo necesité.

A mi primo querido, Manuel Vicente Centeno, por estar siempre a disposición de ayudarme y por brindarme su apoyo en los momentos más difíciles.

*¡Gracias por todo!*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, primeramente, por siempre acompañarme y guiar mis pasos, por evitar que perdiera la fe y así poder lograr mi meta.

A mis amados padres, José Arenas y Niurka Montes, y a mi hermana, Patricia Arenas, porque siempre ha sido fuente de inspiración para mí.

A mis tíos y demás familiares, por creer en mí y por alentarme a alcanzar cada una de las metas que me he propuesto.

Al Prof. Baumar Marín†, por sus enseñanzas, porque sentó las bases de mi trabajo de grado y por dedicar su tiempo a enseñar con cariño y respeto, siempre lo recordare.

A mi estimada asesora Dra. Johanna Fernández, directora del Museo del Mar y a todo su equipo de trabajo, por darme la oportunidad de realizar esta tesis y porque a pesar de estar restringidos con el tiempo, siempre estuvieron para guiarme, muchas gracias.

A todos los profesores que me educaron a lo largo de mi carrera, gracias por sus consejos, orientaciones y su tiempo.

A mis amigos Daniela Rendón, Jesús El-Ayache y Mariana Rondón, por brindarme toda su ayuda y apoyo cuando más lo necesite.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron o participaron en la realización de esta investigación, mil gracias.

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Lista taxonómica de los moluscos meroplanctónicos (bivalvos y gasterópodos) presentes en la ensenada El Tigrillo, Parque Nacional Mochima, Venezuela.....	11
Tabla 2. PERMANOVA en base a las disimilitudes de Bray-Curtis (previa transformación a raíz cuadrada) de los datos de abundancia de los moluscos meroplanctónicos de dos distancias de la costa (d1: 10 m y d2: 25 m) de la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación).....	22
Tabla 3. PERMANOVA en base a las disimilitudes de Bray-Curtis de los datos de temperatura (°C), en dos distancias de la costa (d1: 10 m y d2: 25 m) de la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación).....	25
Tabla 4. PERMANOVA en base a las disimilitudes de Bray-Curtis de los datos de salinidad, en dos distancias de la costa (d1: 10 m y d2: 25 m) de la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación).....	26
Tabla 5. PERMANOVA en base a las disimilitudes de Bray-Curtis de los datos de pH, en dos distancias de la costa (d1: 10 m y d2: 25 m) de la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación).....	28
Tabla 6. PERMANOVA en base a las disimilitudes de Bray-Curtis de los datos de concentración de oxígeno disuelto, en dos distancias de la costa (d1: 10 m y d2: 25 m) de la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación).....	29
Tabla 7. PERMANOVA en base a las disimilitudes de Bray-Curtis de los datos de la concentración de clorofila <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) en la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación).....	30
Tabla 8. PERMANOVA en base a las disimilitudes de Bray-Curtis de los datos del índice de surgencia en la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación) ...	31
Tabla 9. PERMANOVA en base a las disimilitudes de Bray-Curtis (previa transformación a raíz cuadrada) de la precipitación (mm/día) en la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el estudio .....	32

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la ensenada El Tigrillo, Parque Nacional Mochima, Venezuela.....	6
Figura 2. Esquema del diseño de muestreo donde se representan los meses (M) y las réplicas (R) en cada periodo, para el estudio de moluscos meroplanctónicos en el PNM, Venezuela .....	7
Figura 3. Representación gráfica de la abundancia, expresada en porcentaje de los moluscos meroplanctónicos de la ensenada El Tigrillo, Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela .....	15
Figura 4. Abundancia por especies de moluscos meroplanctónicos A) Bivalvos y B) Gasterópodos de la ensenada El Tigrillo, Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.....	18
Figura 5. Variación temporal (meses/épocas) de la abundancia de los moluscos meroplanctónicos de la ensenada El Tigrillo, Parque Nacional Mochima, Venezuela.....	20
Figura 6. Variación espacial (distancia de la costa) de la abundancia de los moluscos meroplanctónicos en la ensenada El Tigrillo, Parque Nacional Mochima, Venezuela.....	22
Figura 7. Variación de la temperatura (°C) en dos distancias de la costa (d1: 10 m y d2: 25 m) de la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las los meses y épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación). .....	25
Figura 8. Variación de la salinidad en dos distancias de la costa (d1: 10 m y d2: 25 m) de la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las los meses y épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación).....	26
Figura 9. Variación del pH en dos distancias de la costa (d1: 10 m y d2: 25 m) de la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las los meses y épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación).....	27
Figura 10. Variación del oxígeno disuelto en dos distancias de la costa (d1: 10 m y d2: 25 m) de la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las los meses y épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación). .....	28
Figura 11. Variación de la clorofila <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) en dos distancias de la costa (d1: 10 m y d2: 25 m) de la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las los meses y épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación). .....	30
Figura 12. Variación del índice de surgencia durante el periodo de estudio en la ensenada El Tigrillo, Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela .....	31

Figura 13. Variación de la precipitación en la ensenada el Tigrillo, PNM, Venezuela, durante el período de estudio ..... 32

## RESUMEN

En Venezuela, los estudios sobre moluscos meroplanctónicos son escasos y la mayoría han sido realizados específicamente en el oriente del país, enmarcados dentro de investigaciones generales del zooplancton. Es por esto que se consideró evaluar la variación espacio-temporal de moluscos meroplanctónicos (gasterópodos y bivalvos) en la ensenada El Tigrillo, Parque Nacional Mochima, Venezuela. Las muestras fueron tomadas bimensual en el año 2016. Los calados fueron llevados a cabo en un bote tipo peñero, con motor fuera de borda. Se utilizó una red tipo Bongo para mesozooplancton. Los calados se realizaron de manera oblicua, superficiales a 2 m de profundidad, con una duración de 10 minutos (a 2 nudos de velocidad). Posteriormente, fueron separados e identificados. Se reportaron un total 285 moluscos, los que se distribuyeron en 2 clases, 18 familias, 36 especies y 32 géneros. La clase gasterópoda fue la más representativa con el 70% de la abundancia total. Los géneros *Natica*, *Alvania*, *Discopsis*, *Tivela* y la especie *Ctena orbiculata* resultaron ser los más abundantes. Los valores de abundancia temporal fueron más evidentes en la época de transición (junio y agosto). La mayor variación espacial de la abundancia se obtuvo a los 25 m, donde se evidenciaron diferencias significativas. Durante el estudio las variables temperatura y salinidad mostraron interacción significativa, mientras que las variables de pH, oxígeno disuelto y clorofila *a* presentaron diferencias significativas entre épocas y distancias de la costa. Adicionalmente, el índice de surgencia y precipitación evidenciaron diferencias temporales, a pesar de esto, no tuvieron influencia sobre la abundancia de los moluscos meroplanctónicos, de la ensenada el Tigrillo. La escasa presencia de especies en este estudio evidencia la necesidad de llevar a cabo investigaciones sobre este grupo de invertebrados que consideren tiempo, aspectos descriptivos y factores que afectan a su abundancia, lo que a su vez Es una información ecológica importante de la dinámica de este grupo de organismos, así como también de su biodiversidad en el oriente del país.

Palabras clave: moluscos, meroplancton, ensenada el Tigrillo, abundancia, variables.

## INTRODUCCIÓN

El phylum Mollusca contempla una gran cantidad de organismos y numerosas especies, figurando entre los grupos invertebrados más notables, con aproximadamente 150 000 especies descritas. Es el segundo grupo animal más numeroso de la Tierra después de los artrópodos y representa uno de los invertebrados más llamativos, incluyendo especies conocidas y utilizadas por el hombre en su alimentación, como almejas, pulpos y caracoles (Díaz y Puyana, 1994; Darrigan y Damborenea, 2017).

Este phylum tiene una larga y compleja historia taxonómica, en la que se han empleado centenares de nombres para los diferentes taxones. Tradicionalmente se ha separado en siete clases: Aplacophora, Bivalvia, Cephalopoda, Gastropoda, Monoplacophora, Polyplacophora y Scaphopoda, aunque entre ellas existen aspectos superficiales sumamente diferentes, son extraordinariamente similares en cuanto a su organización, descendiendo de un molusco ancestral (Brusca y Brusca, 2005).

Los moluscos habitan en ambientes marinos litorales y profundos, desde zonas polares hasta tropicales, así como en ambientes terrestres y de agua dulce. Han despertado curiosidad y fascinación desde la antigüedad, desde la época de los cazadores recolectores hace aproximadamente 10 mil años, representando un importante recurso alimenticio, artesanal y cultural (Darrigan y Damborenea, 2017).

Estos organismos están representados en todos los niveles de la trama trófica, principalmente como consumidores primarios. Su importancia radica en sus múltiples usos, siendo estos, el primer paso del flujo de energía desde comunidades bentónicas hacia comunidades demersales, además de ser un componente clave de numerosas biocenosis. Por otro lado, sus conchas forman parte de las arenas carbonatadas de fondos y playas. Sumado a esto, la importancia que presentan como indicadores de calidad de agua y sedimentos, debido a que algunos poseen altos grados de tolerancia a cambios en las condiciones ambientales (González-Solís *et al.*, 2018).

Las etapas larvarias de casi todos los moluscos marinos forman parte del zooplancton, flotando y nadando con movimientos limitados en la columna de agua, antes de asentarse en el bentos, por lo tanto, sólo pasan una parte de su ciclo de vida en

el plancton (meroplancton), En este ambiente representan un componente importante de la compleja comunidad planctónica, debido a que son depredadores activos y sirven de alimento a diversos organismos (Valencia *et al.*, 2014; Campos y Landaeta, 2016). No obstante, existen moluscos cuyo ciclo vital transcurre totalmente como parte de la comunidad planctónica (holoplancton), siendo un grupo de particular interés, ya que son considerados buenos indicadores biológicos de masas de agua por su sensibilidad a ligeros cambios de temperatura o salinidad (Cruz, 1993).

Los moluscos meroplanctónicos tienen una amplia distribución en los océanos, constituyendo las fases de dispersión y asentamiento hacia los bancos naturales. La identificación de sus larvas contribuye al conocimiento de numerosos aspectos de la biología de estos organismos, ya que constituyen un buen indicador de la productividad secundaria pelágica, así como su potencial aprovechable de los recursos del necton (Marín *et al.*, 2004).

Existen investigaciones importantes realizadas sobre los moluscos planctónicos en el mundo, entre las que se mencionan: Fernández-Puelles *et al.* (1997) quienes estudiaron la variación en las comunidades planctónicas y variables oceanográficas del mar Balear (España); Hernández *et al.* (2001) observaron los nudibranchios planctónicos en el archipiélago de Cabo Verde; Seapy (2008) examinó la distribución vertical y costa afuera de los heterópodos de Oahu, Hawái; Wall-Palmer *et al.* (2016) realizaron una revisión de la ecología, paleontología y distribución de los pterópodos atlánticos; asimismo De Vera *et al.* (2017) para la zona de Tenerife (archipiélago Las Canarias) determinaron la composición y distribución espacio-temporal de los moluscos planctónicos.

En Latinoamérica, existen varias investigaciones que han permitido conocer diversas particularidades de estos organismos, entre las que se mencionan las realizadas por Flores-Coto *et al.* (2013), quienes determinaron la composición, abundancia y distribución de pterópodos en México; Moreno-Alcántara y Aceves-Medina (2014) evaluaron la composición, abundancia y distribución de los moluscos holoplanctónicos; Quesquén *et al.* (2016) utilizaron a los moluscos holoplanctónicos como indicadores de la variabilidad oceanográfica y del evento El Niño en Perú; Moreno-Alcántara *et al.*

(2017) identificaron heterópodos en un transecto costa-océano en Colombia; Angulo-Campillo y Aceves-Medina (2018) observaron dos nuevas especies de pterópodos en el golfo de California; mientras que, Sanvicente-Añorve *et al.* (2021) estudiaron la riqueza de especies de moluscos holoplanctónicos de Mahahual (México); también Campos y Landaeta (2021) determinaron la distribución y abundancia de moluscos planctónicos en un gradiente longitudinal en el Pacífico suroriental frente a Chile.

En el Caribe existen algunas áreas moderadamente fértiles, particularmente en el nororiente de Venezuela donde se presenta un fenómeno (surgencia) que influye en la composición y abundancia en el zooplancton; siendo, además, uno de los procesos clave en la productividad de los ecosistemas marinos costeros (Mann y Lazier, 1991; Villegas *et al.*, 2008).

En Venezuela, los estudios sobre moluscos meroplanctónicos son escasos, y la mayoría han sido realizados específicamente en el oriente del país estando enmarcados dentro de investigaciones generales del zooplancton, que han llevado a cabo estudios sobre distribución, la abundancia estacional y cambios estructurales de microzoopláncton y su relación, con los factores ambientales (Marín *et al.*, 2004; Márquez *et al.*, 2009; Marcano *et al.*, 2010; Márquez *et al.*, 2017). Otros como los de Villalba *et al.* (2017) y Gómez (2019) involucran a la estacionalidad surgencia-relajación como un efecto importante en la distribución, abundancia y densidad del zooplancton en la isla de Margarita. En el centro del país, Crespo *et al.* (2020), sugieren que la influencia de variables biológicas, como la dinámica poblacional de cada especie y las interacciones ecológicas interespecíficas, juegan un papel importante en la dinámica comunitaria del zooplancton para las costas del estado Miranda.

En lo que respecta a los moluscos planctónicos, hasta ahora, las pocas investigaciones en Venezuela, han sido enfocadas en la distribución y abundancia, como puede verse en los estudios de Princz y González (1981) quienes señalaron a los moluscos holoplanctónicos como indicadores ecológicos, en el golfo de Venezuela. También Flores (2014) determinó la distribución, composición y abundancia de pterópodos en diferentes masas de agua de la región nororiental del país. Mientras que, Villafranca *et al.* (2018) evaluaron a los moluscos holoplanctónicos del Bajo Las

Caracas, Parque Nacional Mochima, en el estado Sucre, indicando que, la variabilidad de la abundancia de la comunidad holoplanctónica es el reflejo de la dinámica ambiental, lo que realza la importancia y el aprovechamiento de este grupo a los aportes de nutrientes inducidos en la columna de agua.

La zona nororiental del país y en particular el Parque Nacional Mochima (PNM), por sus condiciones físico-químicas y los procesos que rigen los cambios fundamentales de la mecánica y química de las aguas, está sujeta a un centro activo de surgencia costera, evento de comportamiento estacional que ocasiona el surgimiento de aguas subsuperficiales que fertilizan las capas superficiales (Okuda, 1975; Ferraz-Reyes, 1987; Alvera-Azcárate *et al.*, 2011). Dicho evento, hace que las condiciones sean tan favorables que los organismos alcanzan en un tiempo dado, mayor tamaño del que alcanzarían en cualquier otro lugar (Andréu, 1962), estas características son claves y se observan particularmente en el PNM, que es considerado como un reservorio natural, de diversidad y abundancia de especies, distribuidas en las distintas zonas y ecosistemas, donde los moluscos han podido colonizar exitosamente casi todos los ambientes.

En este sentido, la composición y distribución del zooplancton presenta variaciones espaciales y temporales como respuesta a factores físicos y químicos, tales como la topografía, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto. Además, la surgencia costera y la influencia del agua dulce, tienen un impacto en la composición y distribución del zooplancton lo cual es ampliamente conocido (Palma y Apablaza, 2004; Hernández-Ávila y Gómez-Gaspar, 2014). Así mismo este grupo también responde a factores biológicos como la disponibilidad de recursos alimentarios, capacidad reproductiva, exclusión competitiva y otros. Se reconoce que dichas variaciones son más complejas en las zonas costeras debido al carácter sinérgico de la influencia océano-continente que allí se presentan (Esteves *et al.*, 2008).

Considerando la importancia ecológica que tienen los moluscos meroplanctónicos, dado que su abundancia y ocurrencia espacio-temporal permiten establecer patrones ecológicos y estimar diversidad (Valencia *et al.*, 2014) y por ser un eslabón de la trama trófica marina conectando hacia niveles superiores, como dieta fundamental de muchos organismos de importancia económica, además por su impacto

en la producción pesquera, con su valor económico, social y alimentario. En esta investigación se pretende aportar conocimiento básico acerca de la abundancia de los moluscos meroplanctónicos (gasterópodos y bivalvos) en un gradiente de distancia de la costa y hacer comparaciones espacio-temporales considerando las variables físico-químicas (salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, pH, clorofila *a*, índice de surgencia y precipitación). Por lo que, según el objetivo planteado se ponen a prueba las siguientes hipótesis: 1) Si la abundancia de los moluscos meroplanctónicos en la ensenada El Tigrillo, PNM, presenta cambios espacio-temporales, entonces existe diferencias significativas entre los meses y/o épocas evaluadas. 2) Si alguna de las variables abióticas evaluadas tiene asociación, sobre la abundancia de moluscos meroplanctónicos de la ensenada El Tigrillo del PNM, entonces existirá una correlación significativa entre la abundancia y al menos una de las variables analizadas.

## METODOLOGÍA

### Área de estudio

El Parque Nacional Mochima (PNM), se encuentra ubicado en la región nororiental del país, entre las ciudades de Puerto La Cruz y Cumaná ( $10^{\circ}9'50''$  y  $10^{\circ}26'0''$  N; y  $64^{\circ}13'20''$  y  $64^{\circ}47'32''$  O). Forma parte de uno de los parques nacionales más importantes del oriente venezolano, decretado zona protegida en diciembre de 1973 con el fin de conservar sus valiosos escenarios y encauzar el desarrollo de forma racional. Cuenta con una superficie de 94 935 Ha, que incluye una importante porción marina que abarca el 52% de su extensión (INPARQUES, 1982). Posee una gran variedad de hábitats, desde áreas marinas con ecosistemas subacuáticos, arrecifes coralinos, ecosistemas costeros e insulares, acantilados rocosos, hasta playas arenosas, ensenadas, bahías, manglares, lagunas litorales e islas, así como ensenadas en combinación de montañas que caen al mar (Cumana, 2008).

Para la realización del presente estudio, se consideró la estación El Tigrillo ubicada en la parte externa (norte), a los  $10^{\circ}23'01,23''$  N -  $64^{\circ}25'43,58''$  O, caracterizada por presentar diferentes ambientes y ecosistemas: rocosos, rocoso-coralinos, parches coralinos y abundantes manglares *Rhizophora mangle*, a su alrededor (Figura 1).

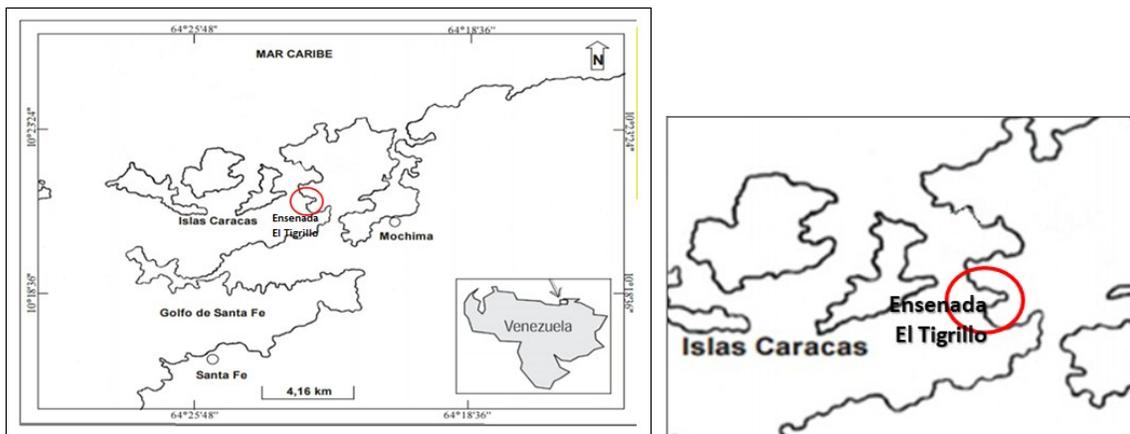


Figura 1. Ubicación geográfica de la ensenada El Tigrillo, Parque Nacional Mochima, Venezuela.

## Diseño experimental

Para el desarrollo de esta investigación, se ejecutó el siguiente diseño experimental, el cual consistió en dos factores fijos: época (surgencia, transición y relajación) y mes (febrero, abril, junio, agosto, octubre y diciembre), y un factor aleatorio: distancia de la costa (10 y 25 m), con cuatro réplicas (R1, R2, R3 y R4), para un total de 48 muestras (Figura 2).

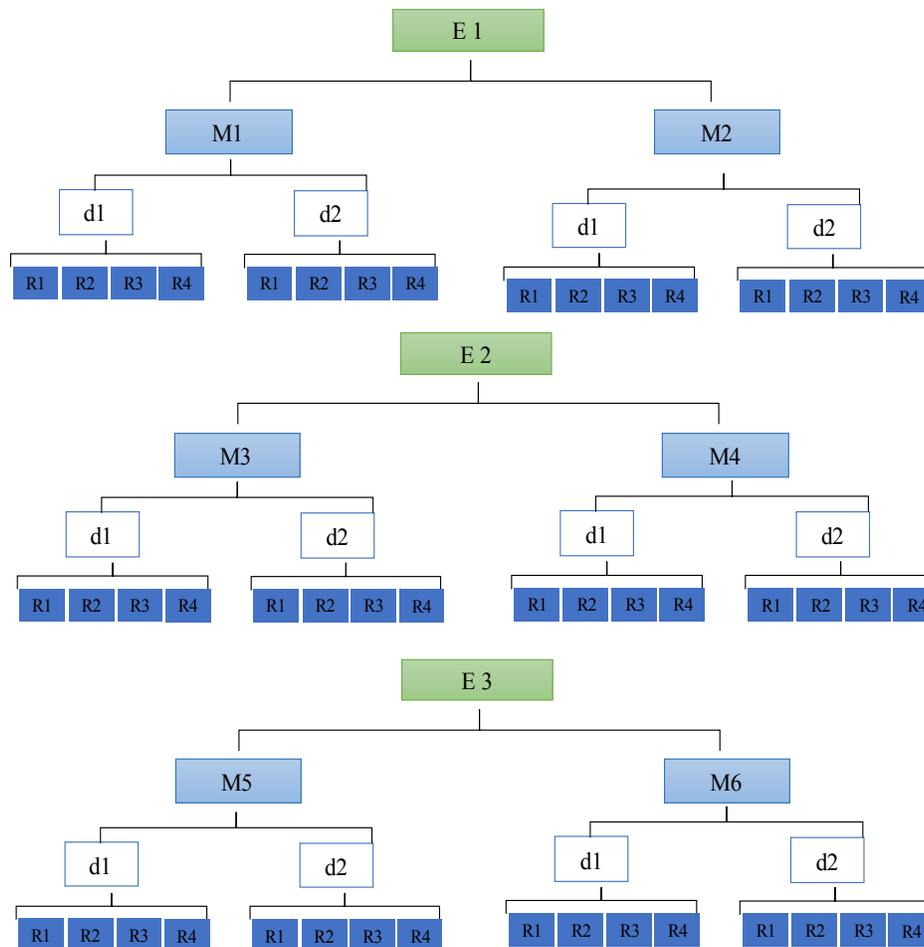


Figura 2. Esquema del diseño de muestreo donde se representan los meses (M) y las réplicas (R) en cada periodo, para el estudio de moluscos meroplanctónicos en el PNM, Venezuela. E: época, E1: surgencia, E2: transición y E3: relajación. M: mes, M1: febrero, M2: abril, M3: junio, M4: agosto, M5: octubre y M6: diciembre. d: distancia de la costa, d1: 10 m y d2: 25m.

## **Recolección de muestras**

Para el desarrollo de este trabajo, las muestras fueron tomadas, durante las salidas de campo del proyecto “Caracterización taxonómica de la macrofauna bentónica de fondos blandos y rocosos y calidad de aguas y sedimentos de las islas e islotes del Parque Nacional Mochima, Venezuela”, de código CI-02-030700-1855/13, aprobado por el Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre.

La toma de muestras se realizó cada dos meses durante el año 2016, considerando el período de surgencia, transición y relajación (Okuda *et al.*, 1978; Ferraz-Reyes, 1989; Fernández, 2020). Los calados se realizaron a bordo de un bote tipo peñero, con motor fuera de borda. Se utilizó una red tipo Bongo de 35 cm de diámetro de boca, equipada con dos mangas con un poro de malla de 333  $\mu\text{m}$  (para mesozooplankton). Los calados se realizaron de manera oblicua, superficiales (a 2 metros de profundidad) con una duración de 10 minutos, a una velocidad constante de arrastre de 2 nudos (Van der Spoel y Boltovskoy, 1981).

Una vez colectadas las muestras se colocaron en frascos previamente etiquetados y fijadas en formaldehído al 5% en agua de mar, neutralizado con borato de calcio, hasta su posterior análisis en el Laboratorio del Museo del Mar de la Universidad de Oriente.

En cada salida, se tomaron las variables abióticas: temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (ppm), oxígeno disuelto (mg/L) y pH, con una sonda multiparamétrica YSI modelo 30/10 FT.

## **Separación e identificación de las muestras biológicas**

Una vez en el laboratorio, las muestras fueron procesadas con ayuda de una cámara de Bogorov y un microscopio estereoscópico modelo Leica DME, considerando separar solo los moluscos meroplanktónicos, los cuales se identificaron hasta el menor renglón taxonómico posible, utilizando bibliografía especializada de Abbott (1974); Díaz y Puyana (1994); Lodeiros *et al.* (1999); Rolán y Rubio (2002) y corroborada según la página *World Register of Marine Species* (WoRMS, 2024). Posteriormente los moluscos fueron fotografiados para llevar el registro fotográfico.

## Determinación de la abundancia

Una vez identificadas y cuantificadas las especies de moluscos, se determinó la abundancia total, expresada en número de organismos total colectados, y la abundancia relativa según el número de organismos colectados en cada muestreo, considerando las distancias de la costa, durante el estudio (Margalef, 1995).

$$A = N^{\circ} \text{ org. colectados /calado}$$

## Determinación de las variables abióticas

La clorofila *a* se calculó a través de imágenes satelitales del área de estudio, extraídas de la página web: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>. Adicionalmente, se registraron variables meteorológicas como precipitación, dirección y velocidad del viento, de las páginas NASA POWER (<https://power.larc.nasa.gov>) y GIOVANNI NASA (<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>).

Con los datos de velocidad y dirección del viento, se calculó el índice de surgencia (IS), según la fórmula definida por Bowden (1983):

$$IS = (Tsx/rw \times f) \times 100$$

dónde:

Tsx = tensión del viento de superficie.

rw = densidad media del agua (1 025 kg.m<sup>3</sup>).

*f* = parámetro de Coriolis.

El parámetro de Coriolis (*f*) será calculado mediante la siguiente fórmula:

$$f = 2w \times \text{sen}(fi)$$

dónde:

w = velocidad angular de rotación de la tierra (7,29 x10<sup>5</sup>s).

*fi* = posición latitudinal en el lugar *i*.

La tensión de viento de superficie media (Tsx) en el eje perpendicular de la costa se calculó mediante la ecuación definida por Bowden (1983):

$$Tsx = K \times r_a \times W^2$$

dónde:

$K$  = coeficiente empírico de dragado = 1,11 a 3,25; depende de  $W$ .

$r_a$  = densidad media del aire =  $122 \times 10^{-8} \text{ Kg.cm}^3$ .

$W$  = velocidad del viento.

El coeficiente de arrastre  $K$ , cambia en función de la velocidad del viento y arroja valores equivalentes a los del índice de Bakun *et al.* (1964). Los datos resultantes serán multiplicados por 100 ( $\text{m}^2 \cdot \text{S}^{-1} \cdot 100 \text{ m}$ ).

### **Análisis estadísticos**

Con el propósito de evaluar si la abundancia de los moluscos meroplanctónicos, presentan presentaban diferencias significativas espacio-temporales, una vez evaluados los supuestos estadísticos se realizó un análisis de varianza basado en permutaciones conocido como PERMANOVA (Anderson, 2001), a partir de matrices triangulares construidas empleando distancias euclidianas. En caso de diferencias significativas, se aplicó la prueba MonteCarlo para corroborar la robustez de los datos (Clarke y Warwick. 2001).

Igualmente, a los datos de las variables abióticas se realizó un análisis de varianza basada en permutaciones para evaluar si existen diferencias en las variables antes mencionadas en términos temporales.

Para verificar el comportamiento de la abundancia de los moluscos y las variables abióticas determinadas, se aplicó el test RELATE y la prueba BEST o BIOENV para poner a prueba la hipótesis de investigación planteada.

Las pruebas estadísticas se realizaron con los softwares estadísticos PRIMER V6 y PERMANOVA *ad-on* (Clarke y Warwick, 2001; Anderson *et al.*, 2008).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se reportaron un total de 285 organismos (36 sp), contenidos en las clases Bivalvia y Gasterópoda, las cuales estuvieron representadas en 18 familias, 32 géneros y 36 especies.

La clase gasterópoda estuvo integrada por 10 familias y 19 especies, considerando el número de especies la clase gasterópoda fue la mejor representada (19). En relación a las familias resaltaron Tornidae y Naticidae con cinco especies cada una. La clase Bivalvia contribuyo con 17 especies, contenidas en 8 familias y 16 géneros, además, apporto el 78,6 % de los cambios taxonómicos, siendo la familia Lucinidae (7 sp., 50%) y Mytilidae (3 sp., 21,4%), las más representativas.

En el análisis taxonómico se encontró que, 22 especies mantuvieron su nombre taxonómico, mientras que, 14 especies cambiaron su nombre. De estas, solo 12 especies cambiaron de género y tres de familia (*Brachidontes modiolus*, *Ctena orbiculata* y *Tornus subcarinatus*), el genero *Sigaretorinus* se encuentra en revisión ya que, no ha sido reportado hasta ahora para las costas venezolanas.

La malacofauna planctónica estuvo representada por 36 morfotipos de los cuales 20 fueron establecidos hasta género, siete bivalvos, *Anadara*, *Codakia*, *Lucina*, *Cyrtodaria*, *Semele*, *Tellina* y *Tivela*; y trece gasterópodos: *Alvania*, *Rissoina*, *Discopsis*, *Solariorbis*, *Tornus*, *Natica*, *Sinum*, *Polinices*, *Janthina*, *Teinostoma*, *Murex*, *Nerita* y *Sigaretorinus*.

Tabla 1. Lista taxonómica de los moluscos meroplanctónicos (bivalvos y gasterópodos) presentes en la ensenada El Tigrillo, Parque Nacional Mochima, Venezuela.

---

Phyllum: Mollusca

Clase: Bivalvia

Familia: Arcidae Lamarck, 1809

Género: *Anadara* J. E. Gray, 1847

Comentario: *Anadara* es el nombre de origen y aún se mantiene.

Familia: Mytilidae Rafinesque, 1815

Género: *Brachidontes* Swainson, 1840

Especie: *Brachidontes modiolus* (Linnaeus, 1767)

Comentario: *Arca modiolus* es el nombre de origen.

Género: *Leiosolenus* P. P. Carpenter, 1857

Especie: *Leiosolenus aristatus* (Dillwyn, 1817)  
 Comentario: *Mytilus aristatus* es el nombre de origen.  
 Género: *Musculus* Röding, 1798  
 Especie: *Musculus lateralis* (Say, 1822)  
 Comentario: *Mytilus lateralis* es el nombre de origen.  
 Familia: Lucinidae J. Fleming, 1828  
 Género: *Clathrolucina* J. D. Taylor & Glover, 2013  
 Especie: *Clathrolucina costata* (d'Orbigny, 1846)  
 Comentario: *Lucina costata* es el nombre de origen.  
 Género: *Codakia* Scopoli, 1777  
 Comentario: *Codakia* es el nombre de origen y aún se mantiene.  
 Género: *Ctena* Mörch, 1861  
 Especie: *Ctena orbiculata*\*\* (Montagu, 1808)  
 Comentario: *Venus orbiculata* es el nombre de origen.  
 Género: *Divaricella* E. von Martens, 1880  
 Comentario: *Lucina* es el nombre de origen.  
 Género: *Divalinga* Chavan, 1951  
 Especie: *Divalinga quadrisulcata*. (d'Orbigny, 1846)  
 Comentario: *Lucina quadrisulcata* es el nombre de origen.  
 Género: *Lucina* Bruguière, 1797  
 Comentario: *Lucina* es el nombre de origen y aún se mantiene.  
 Género: *Parvilucina* Dall, 1901  
 Especie: *Cavilinga blanda* (Dall, 1901)  
 Comentario: *Parvilucina blanda* (Dall, 1901) es el nombre de origen.  
 Familia: Hiatellidae J. E. Gray, 1824  
 Género: *Cyrtodaria* Reuss, 1801  
 Comentario: *Glycimeris* es el nombre de origen.  
 Familia: Cardiidae Lamarck, 1809  
 Género: *Laevicardium* Swainson, 1840  
 Comentario: *Cardium* es el nombre de origen.  
 Género: *Dallocardia* R. B. Stewart, 1930

---

Tabla 1. Continuación.

---

Especie: *Dallocardia muricata* (Linnaeus, 1758)  
 Comentario: *Cardium muricatum* es el nombre de origen.  
 Familia: Semelidae Stoliczka, 1870 (1825)  
 Género: *Semele* Schumacher, 1817  
 Comentario: *Semele* es el nombre de origen y aún se mantiene.  
 Familia: Tellinidae Blainville, 1814  
 Género: *Tellina* Linnaeus, 1758  
 Comentario: *Tellina* es el nombre origen.  
 Familia: Veneridae Rafinesque, 1815  
 Género: *Tivela* Link, 1807

Comentario: *Tivela* es el nombre de origen y aún se mantiene.  
 Clase: Gastropoda  
 Familia: Rissoidae Gray, 1847  
 Género: *Alvania* Risso, 1826  
 Comentario: *Alvania* fue el nombre de origen y aún se mantiene.  
 Familia: Rissoinidae W. Stimpson, 1865  
 Género: *Rissoina* d'Orbigny, 1841  
 Comentario: *Rissoa* (*Rissoina*) es el nombre de origen.  
 Familia: Anabathridae Keen, 1971  
 Género: *Amphithalamus* P. P. Carpenter, 1864  
 Especie: *Amphithalamus rauli* Rolán, 1992  
 Comentario: *Amphithalamus rauli* es el nombre de origen y aún se mantiene.  
 Familia: Tornidae Sacco, 1896 (1884)  
 Género: *Discopsis* de Folin, 1870  
 Comentario: *Discopsis* es el nombre de origen y aún se mantiene.  
 Género: *Solariorbis* Conrad, 1865  
 Comentario: *Solariorbis* es el nombre de origen y aún se mantiene.  
 Género: *Tornus* W. Turton & Kingston, 1830  
 Especie: *Tornus* sp. W. Turton & Kingston, 1830  
 Comentario: *Tornus* es el nombre de origen y aún se mantiene.  
 Especie: *Tornus anselmoi* Rolán & Rubio, 2002  
 Comentario: *Tornus anselmoi* es el nombre de origen y aún se mantiene.  
 Especie: *Tornus subcarinatus* (Montagu, 1803)  
 Comentario: *Helix subcarinata* es el nombre de origen.  
 Familia: Naticidae Guilding, 1834  
 Género: *Natica* Scopoli, 1777  
 Comentario: *Natica* es el nombre de origen y aún se mantiene.  
 Género: *Tectonatica* Sacco, 1890  
 Especie: *Tectonatica pusilla* Say, 1822  
 Comentario: anteriormente llamado *Natica pusilla*.  
 Género: *Sinum* Röding, 1798  
 Comentario: mantiene su nombre original.

---

Tabla 1. Continuación.

---

Género: *Polinices* Montfort, 1810  
 Comentario: *Polinices* es el nombre de origen y aún se mantiene.  
 Especie: *Polinices lacteus* (Guilding, 1834)  
 Comentario: esta especie ha mantenido su nombre original.  
 Familia: Epitoniidae S. S. Berry, 1910 (1812)  
 Género: *Janthina* Röding, 1798  
 Comentario: mantiene su nombre original.  
 Familia: Caledoniellidae Rosewater, 1969  
 Género: *Sigaretornus*\*\*\* Iredale, 1936

Comentario: *Sigaretornus* es el nombre de origen y aún se mantiene.

Género: *Teinostoma* H. Adams & A. Adams, 1853

Comentario: *Teinostoma* es el nombre de origen y aún se mantiene.

Familia: Architectonicidae J. E. Gray, 1850

Género: *Architectonica* Röding, 1798

Especie: *Architectonica nobilis* Röding, 1798

Comentario: *Architectonica nobilis* es el nombre de origen y aún se mantiene.

Familia: Muricidae Rafinesque, 1815

Género: *Murex* Linnaeus, 1758

Comentario: *Murex* es el nombre de origen y aún se mantiene.

Familia: Neritidae Rafinesque, 1815

Género: *Nerita* Linnaeus, 1758

Comentario: *Nerita* es el nombre de origen y aún se mantiene.

---

\*Nuevos registros, \*\*especies que cambiaron su nombre y \*\*\*en revisión como nuevo registro.

La lista taxonómica presentada en este trabajo, muestra que la fauna malacológica meropláctónica de la ensenada El Tigrillo, es extensa si se compara con la lista de especies reportadas en el trabajo de Romero y Valdebenito (2002) quienes estudiaron las larvas veliger de algunos gasterópodos en Punta de Lobos, Chile, describiendo 10 especies agrupadas en cuatro familias y nueve géneros. Igualmente, Oliva y Navarrete (2007) identificaron 31 especies que se agrupan en 18 familias y 20 géneros en Quintana Roo, México. De igual manera, Aristizábal (2020) analizó las larvas de bivalvos en el sur de Colombia, consiguiendo 12 familias.

En la zona nororiental de Venezuela esta lista es más extensa a la reportada por Flores (2014) evaluó la distribución, composición y abundancia de moluscos gasterópodos, reportando 24 especies y siete familias. Por otra parte, Villafranca *et al.* (2018) caracterizaron a nueve especies y tres órdenes de moluscos holopláctónicos.

En este estudio la ornamentación de la concha larval se reconoce como un carácter de gran valor taxonómico. La identificación de las larvas de moluscos se pudo lograr a través de la comparación de la morfología de larvas recolectadas con la de otras especies identificadas y comparar la morfología de las conchas larvales con el ápice de ejemplares adultos identificados (Hickman, 2001; Romero y Valdebenito, 2002). Con respecto a la familia Naticidae, Oliva y Navarrete (2007) describieron a las larvas del género *Natica* como gasterópodos de forma globosa ligeramente comprimida, formada

por dos vueltas y media, sin ornamentaciones, con abertura muy amplia dirigida hacia la derecha, sin canal sifonal y color blanquecino, tal como se observó en el presente estudio. Debido a la escasa información bibliográfica disponible para la identificación de moluscos meroplanctónicos se hizo complicado una mejor identificación a nivel taxonomico.

Las familias que caracterizaron el meroplancton han sido señaladas en otros ecosistemas entre los cuales resaltan Lucinidae y Mytilidae, en investigaciones previas sobre la asociación de moluscos bentónicos de distintos hábitats en el nororiente de Venezuela, donde se presenta la abundancia de dichas familias, se puede mencionar las realizadas por Díaz y Liñero-Arana (2004) en la bahía de Mochima, donde describieron a Lucinidae (3 sp.) como la familia más representativa en praderas de *Thalassia testudinum*. Igualmente, Acosta *et al.* (2013) y Fernández *et al.* (2014) en el nororiente del país, reportaron a la familia Mytilidae como abundante en raíces de *Rhizophora mangle* y litoral rocosa, respectivamente, catalogándolas como fauna característica de estos ecosistemas, ya que necesitan de un sustrato duro para fijarse.

Considerando la abundancia total se observó que la clase Gasteropoda dominó con un 70% de representatividad englobando 200 individuos, mientras que la clase Bivalvia con 85 organismos aportó el restante. (Figura 3).

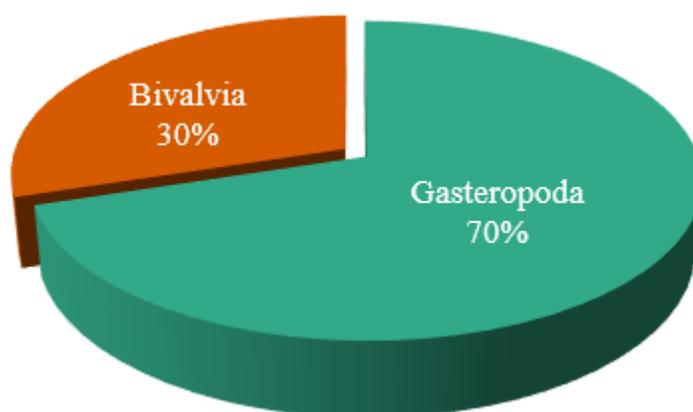


Figura 3. Representación gráfica de la abundancia, expresada en porcentaje de los moluscos meroplanctónicos de la ensenada El Tigrillo, Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Los resultados obtenidos en cuanto a la dominancia de la clase Gasteropoda, coinciden con los de Balbontín *et al.* (2009) quienes analizaron el zooplancton en fiordos patagónicos de Chile, señalando que la clase Gasteropoda, presentó mayor variación de tipos morfológicos, además describieron 15 tipos larvales diferentes, no obstante, estos autores señalan a la clase Bivalvia como la más representativa en cuanto a su alta abundancia. De igual manera, López (2009) en la región de Santa Marta, Caribe Colombiano, describe a la clase Gasteropoda, como la más importante del phylum Mollusca representando el 90,72% de la abundancia total de los moluscos meroplanctónicos del estudio. Al respecto, Campos y Landaeta (2016) reportaron a esta misma clase, como la más abundante, representando el 60,31%, para las costas del sur de Chile, Por otra parte, en Jalisco, México, Flores-Vargas *et al.* (2017) describieron 206 gasterópodos y 10 bivalvos, en la laguna Barra de Navidad. Valores similares fueron obtenidos por Flores *et al.* (2021) en la laguna hipersalina Xola-Paramán, quienes señalaron que la clase Gasteropoda presentó mayor número de organismos (281), en comparación con la Bivalvia (32).

En relación a la abundancia del presente estudio, difiere con respecto a las señaladas por los autores antes mencionados, estas diferencias posiblemente se deban, a las metodologías empleadas durante los muestres, tales como, número de estaciones (3-16), número de muestreos (diarios y/o mensuales), diferentes profundidades (superficiales desde 0-100 m de profundidad), tamaño de luz de malla (de 125-505  $\mu\text{m}$ ), hora del muestreo (diurno-nocturno), con respecto a este último punto, Balbontín *et al.* (2009) sostienen que las larvas de moluscos tendrían una migración vertical nocturna, de manera que éstas ascenderían hacia las capas superficiales durante la noche, particularmente, las larvas de bivalvos prefieren aguas más profundas para metamorfosear y asentarse. En éste mismo orden, Mulyadi y Adji (2020) señalan que la abundancia de las larvas de moluscos, se ve afectada por el hábitat, los manglares y pastos marinos, considerados como hábitats adecuado para el desove o cría de los organismos meroplanctónicos.

Este resultado, podrían considerarse el reflejo de la composición malacológica de la ensenada de El Tigrillo, sin embargo, hay que considerar que no todas las especies de moluscos tienen desarrollo indirecto con estados larvales. Los gasterópodos, en particular, presentan muchas especies con desarrollo directo, produciendo directamente estados juveniles bentónicos (Campos y Díaz, 2007; Balbontín *et al.*, 2009).

### Abundancia por especies

En la Figura 4, se evidencia que *Natica* (54), *Alvania* (41), *Discopsis* (35), *Ctena orbiculata* (30) y *Tivela* (20) fueron los moluscos meroplanctónicos más abundantes de la ensenada El Tigrillo, durante el estudio.

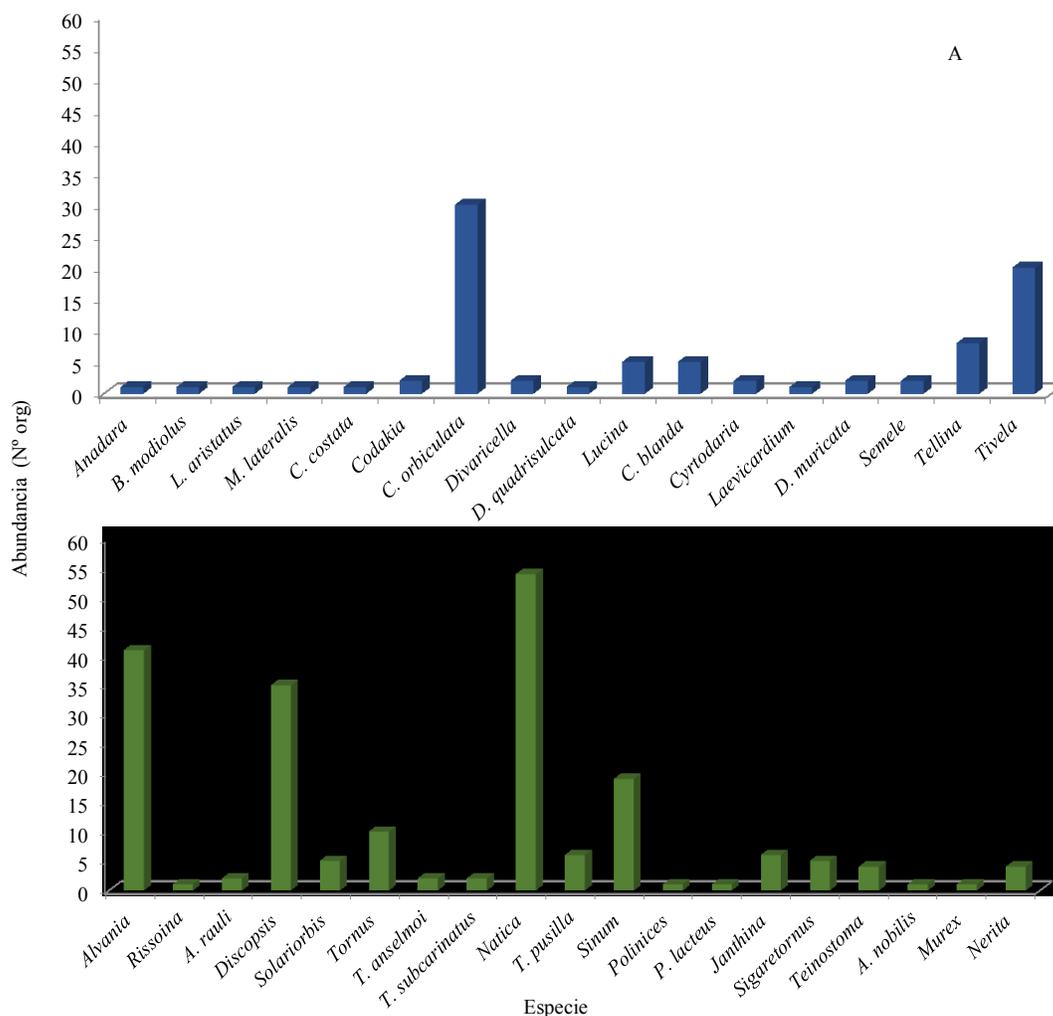


Figura 4. Abundancia por especies de moluscos meroplanctónicos A) Bivalvos y B) Gasterópodos de la ensenada El Tigrillo, Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Los resultados de abundancia por especies reportados en este estudio, difieren de los expuestos por Alcaraz y Domínguez (1985) en larvas de moluscos lamelibranquios, en la ría de Pontevedra, quienes reportaron como especies más abundantes a *Mytilus edulis* y *Cerastoderma edule*. Igualmente, Romero y Valdebenito (2002) estudiaron larvas veliger de gasterópodos en Punta de Lobos, Chile, reportando a *Nassarius* como el género más abundante y a *N. dentifer* como la especie representativa. Por otro lado, Oliva y Navarrete (2007) analizaron las larvas de gasterópodos en Quintana Roo, México, indicando que, aunque no calcularon la abundancia moluscos por cada estación, pudieron determinar que *Rissoina* y *Natica* se presentaron con una mayor frecuencia. De igual manera, Balbontín *et al.* (2009) detallaron la distribución de larvas de algunos invertebrados y huevos de peces en Fiordos Patagónicos, Chile, reportaron la dominancia de los bivalvos perforadores de madera *Bankia martensi* y *Xylophaga globosa*.

En este mismo orden de ideas, diversos estudios referentes a micromoluscos (juveniles bentónicos) en el mar Caribe concuerdan con este estudio en cuanto a la presencia de los géneros (*Alvania*, *Rissoina* y *Nerita*) y a las especies *Tectonatica pusilla* y *Musculus lateralis* tal es el caso de los resultados presentados por Ospina-Hoyos *et al.* (2014) en el Caribe Colombiano, quienes reportan en gran abundancia a *Alvania* (*Alvania colombiana*) en el sedimento fino entre 50 y 160 m de profundidad.

En Venezuela, específicamente en la laguna de Yapascua, estado Carabobo, Álvarez-Barco *et al.* (2018) identificaron a *Tectonatica pusilla*, y los géneros *Rissoina* y *Nerita* en bajas abundancias, asociadas a sedimentos coralinos, alegando que, dicha laguna se encuentra conectada a diferentes ambientes (manglar, arrecife, y pradera de *Thalassia*) en donde posiblemente fueron arrastradas por las corrientes. En el oriente del país, en la localidad de Chacopata, estado Sucre, Narciso *et al.* (2005) y Acosta *et al.* (2007) señalaron que *Rissoina* y *Alvania* fueron los géneros con baja abundancia,

asociados a bancos naturales de *Arca zebra*, no obstante, este último autor resalta a *Musculus lateralis* como una de las especies más abundantes para dicha zona de estudio.

La baja abundancia específica de moluscos planctónicos posiblemente, podría estar afectada por la estacionalidad reproductiva que presentan muchas especies bentónicas (Olive, 1992) y a los bajos niveles de producción primaria (microfitoplancton), principal fuente de alimento para estos organismos planctotróficos (Sánchez *et al.*, 2011) que pueden reducir la supervivencia larval por menor disponibilidad de alimento, que a su vez, puede tener una influencia importante en el desarrollo de las gónadas de los moluscos bentónicos (Clasing *et al.*, 1999). En este sentido, diversos autores han señalado que hay especies de bivalvos que se reproducen durante todo el año, y otras estacionalmente, teniendo una estrecha relación con la temperatura del agua y con la disponibilidad de alimento (MacIntoch *et al.*, 2012; Borges *et al.*, 2014; Campos y Landaeta, 2016).

A continuación, en la Figura 5, se presentan los valores temporales de abundancia de los moluscos, observándose valores elevados durante la época de transición (124 organismos), entre junio (63 organismos) y agosto (61 organismos), e incluso en octubre (61 organismos), comenzando la época de relajación, mientras que, valores más bajos se presentaron finalizando el periodo de relajación y comenzando la surgencia, específicamente en diciembre (39) y febrero (15).

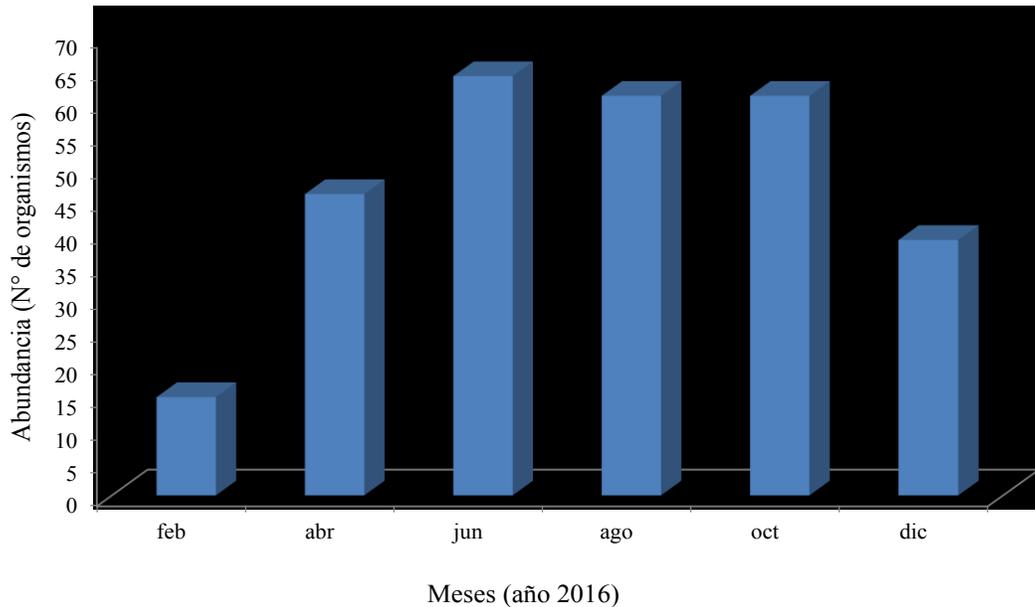


Figura 5. Variación temporal (meses/épocas) de la abundancia de los moluscos meroplanktónicos de la ensenada El Tigrillo, Parque Nacional Mochima, Venezuela. S: surgencia, T: transición y R: relajación.

Los resultados de abundancia de moluscos, en términos temporales, son comparables con los reportados por Romero y Valdebenito (2002), quienes estudiaron las larvas veliger de gasterópodos, observando un mayor número de organismos durante marzo y mayo, en Punta de Lobos, Chile. Igualmente, Aristizábal (2020) al sur del caribe colombiano, quien observó que durante los primeros cinco meses de muestreo se presentó una mayor abundancia larval en promedio, siendo mayo y marzo los meses con mayor abundancia, mientras que, entre julio y enero se observaron muy pocas larvas.

Al respecto, Marín *et al.* (2004) reportaron abundancias altas de plancton durante diciembre en la ensenada de Turpialito, golfo de Cariaco. No obstante, Márquez *et al.* (2009) señalaron valores más bajos de abundancia de moluscos en enero y los más altos en marzo. Mientras que, Márquez-Rojas *et al.* (2017) registraron abundancias de moluscos mucho más elevadas entre noviembre y enero.

Temporalmente se evidencia que las abundancias más bajas se presentaron en diciembre (final de la época de relajación) y febrero (época de surgencia), momento en el cual los vientos alisios son más fuertes, causando de esta manera mayor movimiento

de las masas de agua, que pudieran causar la dispersión y fluctuación de estos moluscos a otras áreas. No obstante, abundancias más altas se registraron entre junio, agosto (transición) y octubre (comienzo de la época de relajación) cuando los vientos alisios muestran menos intensidad, confiriendo estabilidad a la columna de agua y disminuyendo así la dispersión de estos moluscos. Este resultado pudiera deberse a que los moluscos meroplanctónicos al ser organismos con escasa movilidad, pudieran verse afectados por el efecto de la surgencia, durante los primeros meses del año, que provoca el desplazamiento de las capas superficiales del agua y el ascenso de las aguas profundas, esta dinámica en la columna de agua hace que los organismos con escasa movilidad no puedan aprovechar los recursos alimenticios de la mejor manera, además, de la presencia de depredadores en la zona que se sienten atraídos por su gran producción primaria y por las zonas de cría allí presentes. Dicho esto, Ohman (1988) afirma que el número de predadores puede afectar la distribución y la abundancia de las larvas. Así mismo, el gran número de larvas de moluscos bivalvos son ampliamente dispersadas, pero también incurren en una alta mortalidad, presumiblemente debido a la intensa depredación y bajas fuentes de alimentación en el plancton. La mortalidad de larvas de algunos grupos de bivalvos como los mejillones se ha estimado en un valor cercano al 99% (Aristizábal, 2020).

Por su parte, Williams y Garcia-Sais (2010) indican que los picos de abundancia en organismos invertebrados pueden indicar actividades de reclutamiento. No obstante, la presencia de meroplancton en menor abundancia puede reflejar una sucesión temporal de reproducción de diferentes taxones (Schluter y Rajor, 2001).

Al respecto, algunos autores (Belgrano *et al.*, 1995; Cowen y Sponaugle, 2009) señalan que, la dispersión y distribución de las larvas está impulsada por el transporte oceanográfico y los rasgos de comportamiento de éstas, y la mayor abundancia de los diferentes taxones de meroplancton (larvas de bivalvos, de gasterópodos y de anélidos) son indicativo de la temporada de desove. Además, Ayata *et al.* (2011) explicaron que los períodos de desove, la distribución y el tamaño de las poblaciones adultas pueden verse afectados significativamente por la dispersión planctónica en poblaciones bentónicas espacialmente estructuradas.

La presencia de larvas de moluscos gasterópodos y bivalvos durante el periodo de muestreo corrobora que este grupo de invertebrados es un componente importante de la biodiversidad faunística, particularmente de la zona de estudio.

Con respecto a la variación espacial, se pudo observar que la mayor abundancia de moluscos meroplanctónicos se reportó a 25 m de distancia de la costa ( $d_2= 186$  organismos), mientras que, la menor abundancia correspondió a 10 m ( $d_1= 99$  organismos), (Figura 6).

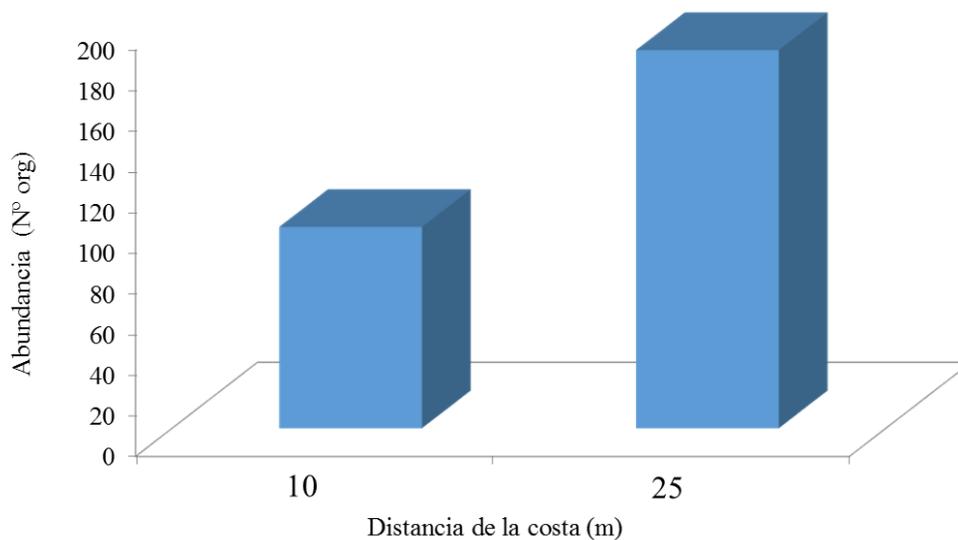


Figura 6. Variación espacial (distancia de la costa) de la abundancia de los moluscos meroplanctónicos en la ensenada El Tigrillo, Parque Nacional Mochima, Venezuela.

A pesar de que, temporalmente se evidencian valores máximos y mínimos de abundancia de moluscos, estadísticamente no se observan diferencias, lo cual se demuestra en el análisis de varianza donde solo se presentaron diferencias significativas espaciales, entre las distancias consideradas ( $F= 4,9589$ ;  $p= 0,0377$ ) (Tabla 2).

Tabla 2. PERMANOVA en base a las disimilitudes de Bray-Curtis (previa transformación a raíz cuadrada) de los datos de abundancia de los moluscos meroplanctónicos de dos distancias de la costa ( $d_1$ : 10 m y  $d_2$ : 25 m) de la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación). Cada prueba se realizó con 9999 permutaciones. FV: fuente de variación, GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios, F: pseudo-F,  $p$ : probabilidad y  $P$ (MC): prueba Monte Carlo.

FV	GL	SC	CM	F	P	p(MC)
Época	2	11197	5598,7	1,64240	0,2037	0,1029
Distancia	1	17506	17506,0	4,95890	<b>0,0377</b>	<b>0,0003</b>
Mes (época)	3	10226	3408,7	0,94851	0,5574	0,5347
Época x distancia	2	10627	5313,5	1,50520	0,2239	0,1379
Mes (época) x distancia	3	10591	3530,2	0,98230	0,4920	0,4819
Residual	36	1,2938 x 10 <sup>5</sup>	3593,8			
Total	47	1,8952 x 10 <sup>5</sup>				

El hecho de que la mayor abundancia de moluscos meroplanctónicos se presentara a 25 m, pudiera atribuirse a que es el sitio de alimentación de los organismos reportados. Al respecto, Pearse y Lockhart (2004) describieron que las larvas a menudo quedan retenidas en la profundidad del agua donde nacen y flotan cerca del fondo. Igualmente, Edwards *et al.* (2007) describieron que el comportamiento adulto de los organismos marinos (período de desove y ubicación) puede ser más importantes que el comportamiento larvario para determinar la dispersión de las larvas. Por otra parte, reportaron mayores abundancias al oeste de las costas de Nasalaut, Indonesia, pudiendo reflejar que son el hábitat o sitio de alimentación de estas especies (Mulyadi y Adji, 2020).

Estos resultados de abundancia, en términos espaciales, son comparables con los reportados por Romero y Valdebenito (2002) quienes estudiaron larvas veliger de gasterópodos en Punta de Lobos, Chile, donde obtuvieron la mayor cantidad de larvas a 2,8 km de la costa. Por otro lado, Flores-Vargas *et al.* (2017) en la laguna Barra de Navidad, Jalisco, reportaron una baja abundancia de moluscos meroplanctónicos en las distintas estaciones ubicadas a 100 m de distancia entre ellas. De igual manera, Brandao *et al.* (2020) en la plataforma sur de Brasil, determinaron que las abundancias de meroplancton fueron mayores en las estaciones cercanas a la costa independientemente de los escenarios hidroclimáticos latitudinales.

En Venezuela, Márquez-Rojas *et al.* (2018) estudiaron la abundancia y distribución del zooplancton superficial en la zona costera Arapito-Santa Fé, evidenciando espacialmente una mayor abundancia de larvas de bivalvos en las estaciones alejadas de la costa. Por otra parte, Gómez (2019) en la isla de Margarita,

observó un promedio anual de 561 larvas de moluscos meroplanctónicos en dos estaciones ubicadas a 5 millas de distancia de la costa.

De acuerdo a estos resultados en la abundancia se confirma que existe una diferencia espacial (entre distancias de la costa) lo que pudiera atribuirse a la permanencia de estos organismos en la columna de agua, que están influenciadas por procesos de transporte físico, los cuales juegan un papel importante en el traslado de las larvas de invertebrados a la orilla, igualmente, otro aspecto importante es el suministro de alimento después de que las larvas han sobrevivido, considerando que las veliger de gasterópodos son omnívoros (Vargas *et al.*, 2006). Al respecto, Okuda (1975) y Campos y Díaz (2007) señalan que la estratificación de la columna de agua puede constituir una barrera para el desplazamiento vertical de las larvas de moluscos, por lo cual, la posición vertical de dichas larvas en la columna de agua es de gran trascendencia para su retención o exportación. Sin embargo, Narciso *et al.* (2005) establecen que gran cantidad de moluscos marinos son organismos pequeños (< 5 mm) y por diversas razones metodológicas muchas especies escapan o no son capturadas en los muestreos, por lo que son regularmente menos conocidos taxonómicamente que las especies grandes (macromoluscos), a pesar de ello, son numéricamente abundantes, constituyendo un componente muy importante de la fauna presente en las comunidades intermareales y sublitorales de las costas venezolanas.

### **Variables abióticas**

La temperatura presentó el mayor valor durante la época de relajación (29,44°C), precedido por las épocas de surgencia y transición (27,20 y 27,26°C, respectivamente). En cuanto a las distancias de la costa, el comportamiento de la temperatura, fue similar entre ambas (a 10 y 25 m), (Figura 7).

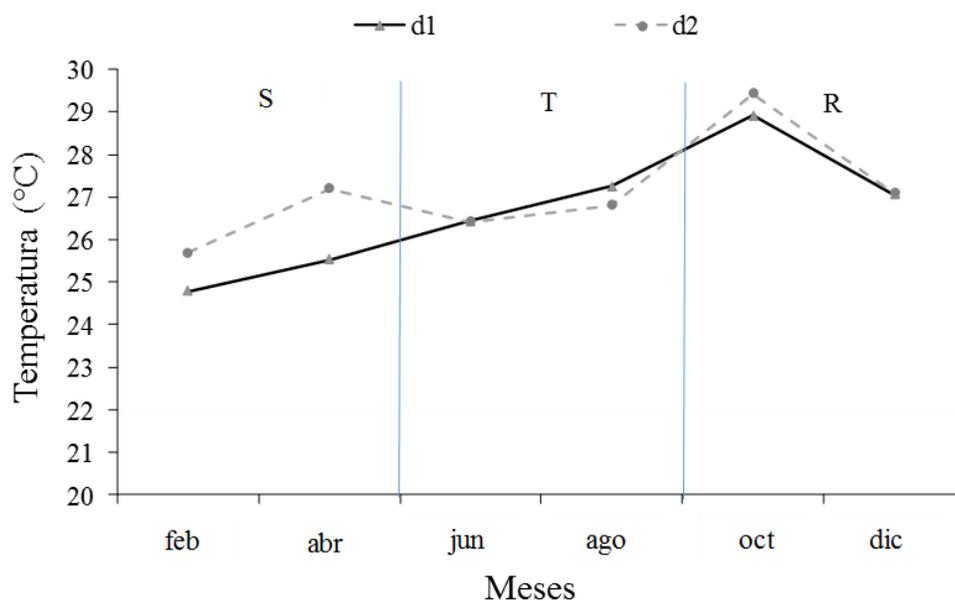


Figura 7. Variación de la temperatura (°C) en dos distancias de la costa (d1: 10 m y d2: 25 m) de la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las los meses y épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación).

El análisis mostró para la temperatura superficial del agua interacción significativa entre épocas y distancias ( $F= 4,0199$ ;  $p= 0,0259$ ), observándose diferencias significativas entre épocas ( $F= 36,454$ ;  $p= 0,001$ ), considerando a la surgencia, transición y relajación, entre las distancias de la costa ( $F= 3,9681$ ;  $p= 0,055$ ) (Tabla 3).

Tabla 3. PERMANOVA en base a las disimilitudes de Bray-Curtis de los datos de temperatura (°C), en dos distancias de la costa (d1: 10 m y d2: 25 m) de la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación). Cada prueba se realizó con 9999 permutaciones. FV: fuente de variación, GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios, F: pseudo-F,  $p$ : probabilidad y  $P(MC)$ : prueba Monte Carlo.

FV	GL	SC	CM	F	$p$	$p(MC)$
Época	2	43,661	21,83000	36,4540	0,0001	0,0001
Distancia	1	2,3763	2,37630	3,9681	0,0550	0,0557
Época x distancia	2	4,8146	2,40730	4,0199	0,0259	0,0257
Residual	42	25,1520	0,59885			
Total	47	76,0040				

La salinidad durante el estudio, presentó su máximo y mínimo valor durante la época de surgencia (feb: 39,88 y abr: 33,98), a 10 m de la costa. Si bien, el máximo valor de salinidad se evidenció en d1 (10 m de la costa), en términos generales, en d2 se presentaron los valores más altos de dicho parámetro (Figura 8).

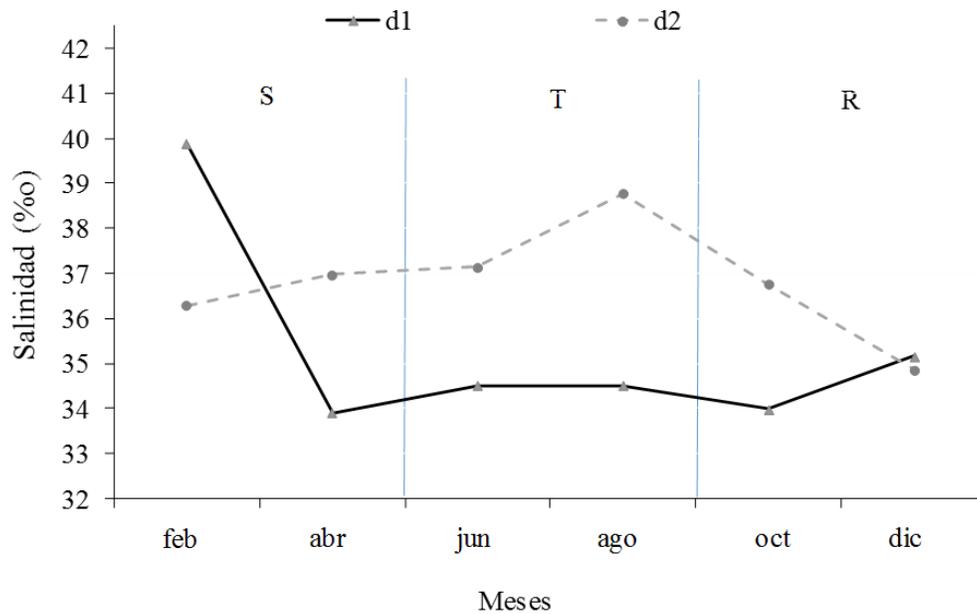


Figura 8. Variación de la salinidad en dos distancias de la costa (d1: 10 m y d2: 25 m) de la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las los meses y épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación).

Los resultados del PERMANOVA indicaron interacción significativa entre las épocas y distancias del estudio ( $F= 6,768$ ;  $p= 0,0029$ ) en los valores de salinidad, lo que evidencia diferencias significativas entre épocas ( $F= 4,9208$ ;  $p= 0,0109$ ), considerando a la surgencia, transición y relajación, entre las distancias de la costa ( $F= 12,544$ ;  $p= 0,001$ ), (Tabla 4).

Tabla 4. PERMANOVA en base a las disimilitudes de Bray-Curtis de los datos de salinidad, en dos distancias de la costa (d1: 10 m y d2: 25 m) de la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación). Cada prueba se realizó con 9999 permutaciones. FV: fuente de variación, GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios, F: pseudo-F,  $p$ : probabilidad y  $P(MC)$ : prueba Monte Carlo.

	FV	GL	SC	CM	F	<i>p</i>	<i>p</i> (MC)
Época		2	20,482	10,2410	4,9208	<b>0,0109</b>	0,0114
Distancia		1	26,107	26,1070	12,5440	<b>0,0010</b>	0,0012
Época x distancia		2	28,171	14,0860	6,7680	<b>0,0029</b>	0,0024
Residual		42	87,412	2,0812			
Total		47	162,170				

El pH en el área de estudio, durante los periodos de muestreo, osciló entre 4,32 en octubre para el periodo de relajación, representando el valor más bajo, y 8,92 en febrero para el periodo de surgencia cuando presentó su mayor valor. En cuanto a la variación espacial, en términos generales, los valores más bajos de pH se evidenciaron a 25 m de la costa (d2), (Figura 9).

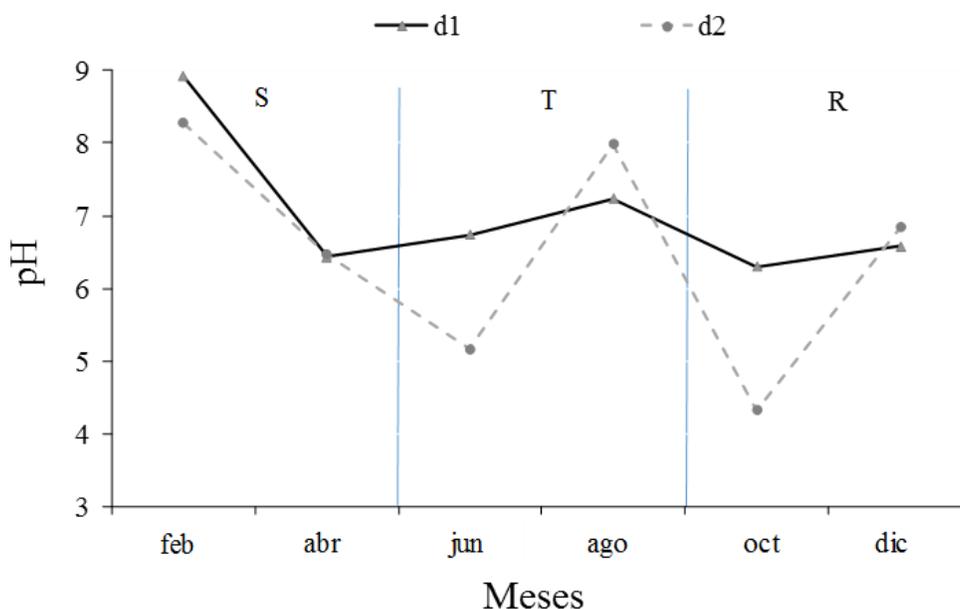


Figura 9. Variación del pH en dos distancias de la costa (d1: 10 m y d2: 25 m) de la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las los meses y épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación).

El pH presentó diferencias significativas durante el periodo de estudio ( $F=8,2997$ ;  $p=0,0012$ ), según las épocas y distancias de la costa ( $F=4,1077$ ;  $p=0,0525$ ), según el análisis PERMANOVA (Tabla 5).

Tabla 5. PERMANOVA en base a las disimilitudes de Bray-Curtis de los datos de pH, en dos distancias de la costa (d1: 10 m y d2: 25 m) de la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación). Cada prueba se realizó con 9999 permutaciones. FV: fuente de variación, GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios, F: pseudo-F,  $p$ : probabilidad y  $P(\text{MC})$ : prueba Monte Carlo.

FV	GL	SC	CM	F	$p$	$p(\text{MC})$
Época	2	18,2420	9,12090	8,29970	<b>0,0012</b>	0,0009
Distancia	1	4,5141	4,51410	4,10770	<b>0,0525</b>	0,0534
Época x Distancia	2	1,5603	0,78013	0,70989	0,4937	0,4949
Residual	42	46,1560	1,09890			
Total	47	70,4720				

Los niveles de oxígeno disuelto registraron valores que oscilaron entre 5,88 mg/L en la época de transición, específicamente en agosto, y 8,28 mg/L para la época de surgencia, en febrero. Espacialmente, en d2, se presentaron valores más altos de oxígeno disuelto, durante el estudio (Figura 10).

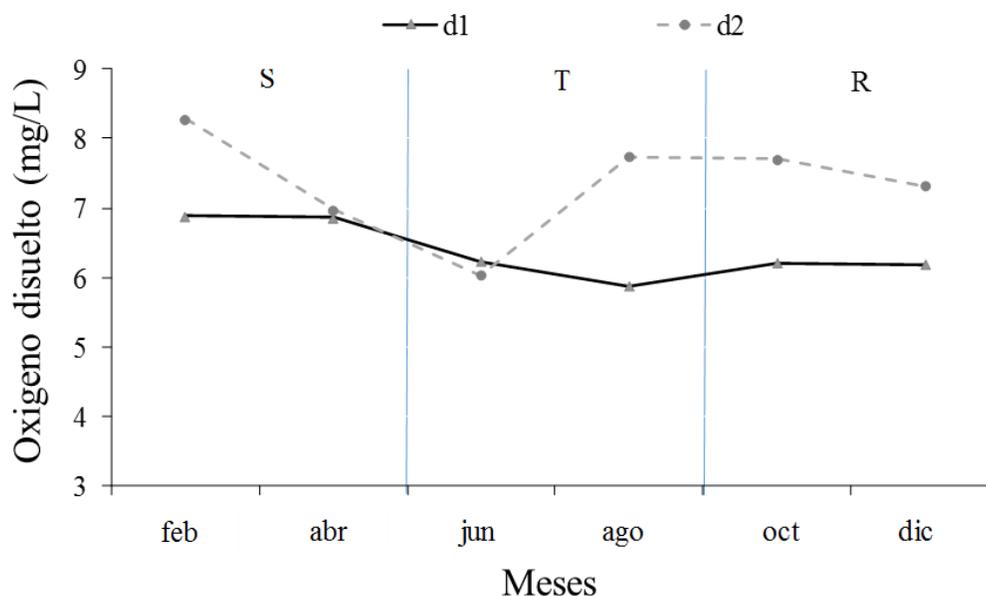


Figura 10. Variación del oxígeno disuelto en dos distancias de la costa (d1: 10 m y d2: 25 m) de la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando los meses y épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación).

El análisis PERMANOVA aplicado a los datos de concentración de oxígeno disuelto, evidencia que hay diferencias significativas durante el periodo de estudio ( $F=10,412$ ;  $p=0,0003$ ), y entre las distancias ( $F=47,645$ ;  $p=0,0001$ ) (Tabla 6).

Tabla 6. PERMANOVA en base a las disimilitudes de Bray-Curtis de los datos de concentración de oxígeno disuelto, en dos distancias de la costa (d1: 10 m y d2: 25 m) de la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación). Cada prueba se realizó con 9999 permutaciones. FV: fuente de variación, GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios, F: pseudo-F,  $p$ : probabilidad y  $P(\text{MC})$ : prueba Monte Carlo.

	FV	GL	SC	CM	F	$p$	$p(\text{MC})$
Época		2	4,86750	2,43370	10,4120	<b>0,0003</b>	0,0004
Distancia		1	11,13600	11,13600	47,6450	<b>0,0001</b>	0,0001
Época x distancia		2	0,73387	0,36693	1,5699	0,2246	0,2205
Residual		42	9,81680	0,23373			
Total		47	26,55400				

La clorofila  $a$  (Chl  $a$ ), en términos espacio-temporales, presentó una tendencia similar entre ambas distancias, con máximos valores en surgencia y mínimos durante la época de transición, con un leve aumento en relajación o calma. En este sentido, la clorofila  $a$  varió, entre  $6 \text{ mg/m}^3$  para febrero y  $0,211 \text{ mg/m}^3$  en octubre (Figura 11).

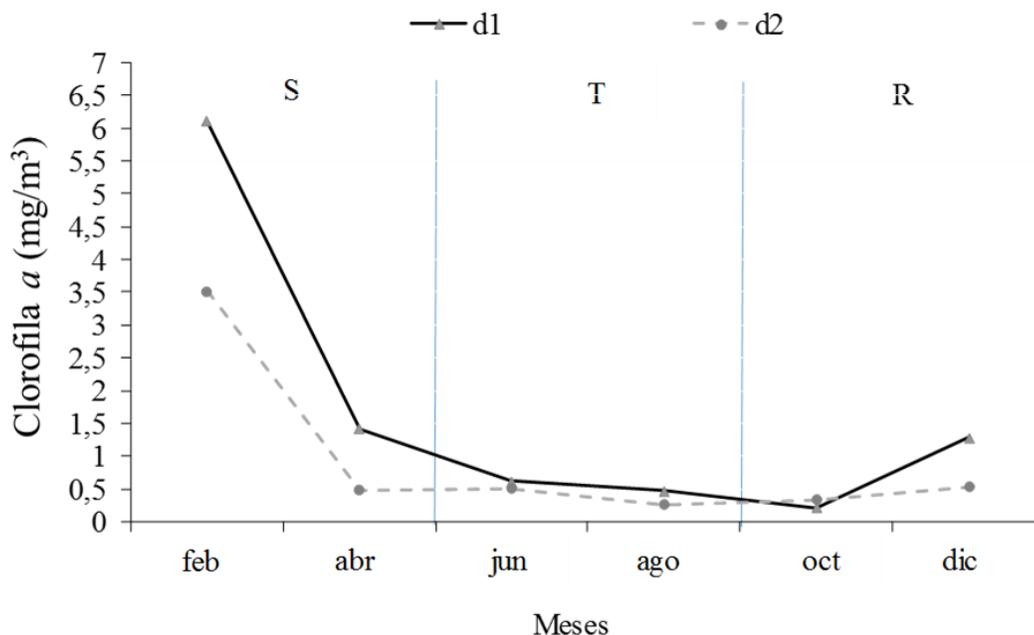


Figura 11. Variación de la clorofila *a* ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) en dos distancias de la costa (d1: 10 m y d2: 25 m) de la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las los meses y épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación).

La concentración de clorofila *a* durante el estudio, presentó diferencias estadísticamente significativas entre periodos o épocas ( $F= 10,412$ ;  $p= 0,0003$ ) y entre distancias ( $F= 47,645$ ;  $p= 0,0001$ ), (Tabla 7).

Tabla 7. PERMANOVA en base a las disimilitudes de Bray-Curtis de los datos de la concentración de clorofila *a* ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) en la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación). Cada prueba se realizó con 9999 permutaciones. FV: fuente de variación, GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios, F: pseudo-F,  $p$ : probabilidad y  $P(\text{MC})$ : prueba Monte Carlo.

	FV	GL	SC	CM	F	$p$	$p(\text{MC})$
Época		2	4,86750	2,43370	10,4120	<b>0,0003</b>	0,0004
Distancia		1	11,13600	11,13600	47,6450	<b>0,0001</b>	0,0001
Época x distancia		2	0,73387	0,36693	1,5699	0,2246	0,2205
Residual		42	9,81680	0,23373			
Total		47	26,55400				

El índice de surgencia durante el periodo evaluado, tiene una tendencia a aumentar durante los primeros meses del año, con un valor máximo alcanzado de  $2,27 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 100 \text{ m}$ , en abril, que posteriormente alcanza el mínimo valor negativo  $-1,02 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot 100 \text{ m}$ , fluctuando durante los meses siguientes, que representan periodos de transición y calma, finalmente aumentando a final de año, lo que indica el comienzo de la surgencia (Figura 12).

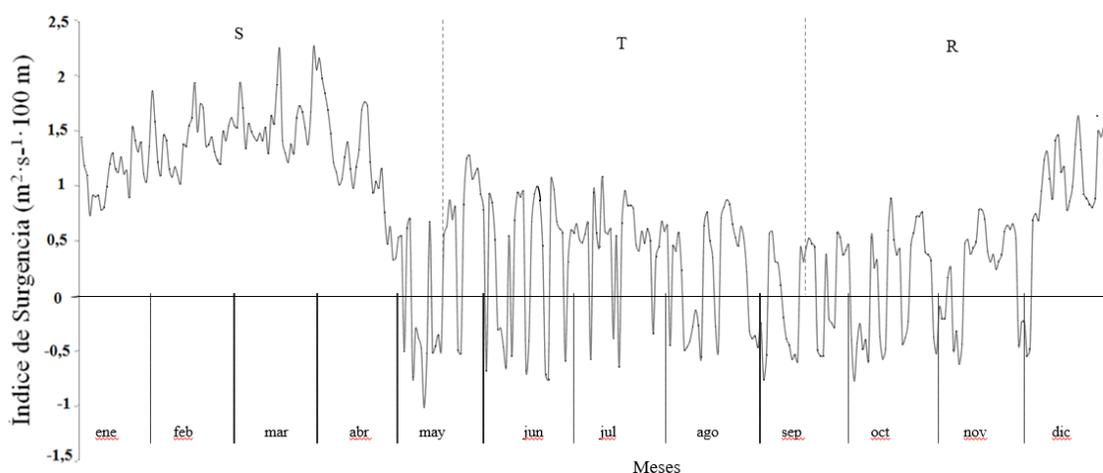


Figura 12. Variación del índice de surgencia durante el periodo de estudio en la ensenada El Tigrillo, Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Al observar la Tabla 7 se puede apreciar las diferencias significativas en el índice de surgencia, con respecto al período de estudio, considerando las épocas de surgencia, transición y relajación ( $F= 19,165$ ;  $p= 0,0001$ ) (Tabla 8).

Tabla 8. PERMANOVA en base a las disimilitudes de Bray-Curtis de los datos del índice de surgencia en la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el periodo de estudio, considerando las épocas (S: surgencia, T: transición y R: relajación). Cada prueba se realizó con 9999 permutaciones. FV: fuente de variación, GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios, F: pseudo-F,  $p$ : probabilidad y  $P(\text{MC})$ : prueba Monte Carlo.

FV	GL	SC	CM	F	$p$	$p(\text{MC})$
Época	2	0,15955	$7,9775 \times 10^{-2}$	19,165	<b>0,0001</b>	0,0001
Residual	42	0,18732	$4,1626 \times 10^{-3}$			
Total	47	0,34687				

La precipitación ya sea en forma de lluvia o llovizna, durante el periodo de estudio, presentó valores elevados de 7,097 mm/día (agosto y noviembre 2016), mientras que los valores más bajos fueron registrados entre febrero y abril, con el mínimo de 0,361 mm/día (febrero) (Figura13). En general se observa un marcado descenso de las precipitaciones, en los primeros meses del año, hasta marzo, en época de surgencia, que luego asciende hasta septiembre cuando se presenta la época de calma o relajación, alcanzando su punto máximo en noviembre y vuelve a descender en diciembre.

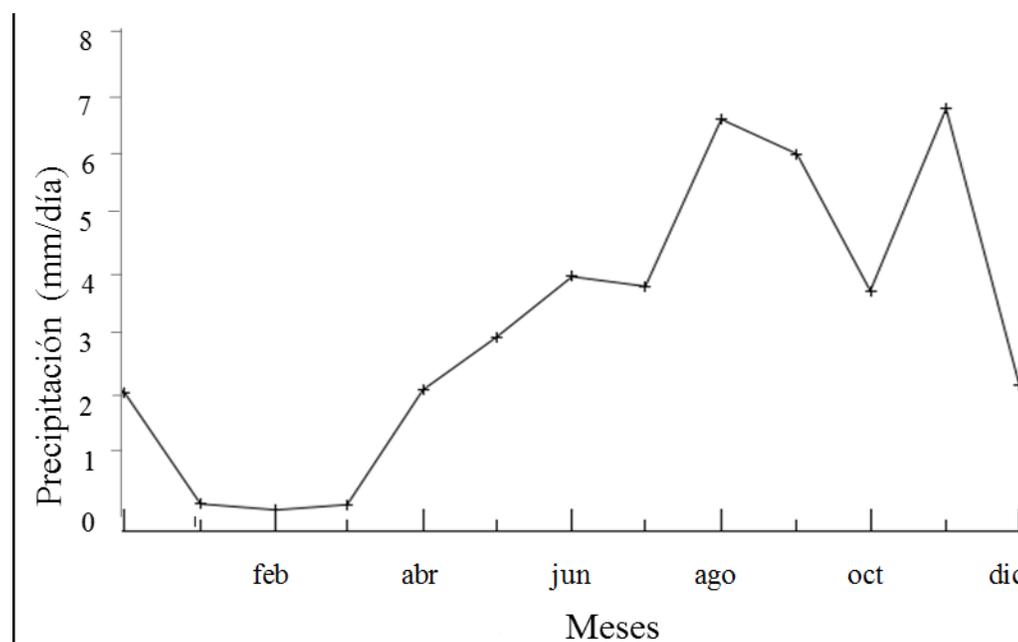


Figura 13. Variación de la precipitación en la ensenada el Tigrillo, PNM, Venezuela, durante el período de estudio.

El análisis PERMANOVA aplicado los datos de precipitación, evidencia diferencias significativas durante el periodo de estudio ( $F= 5,119$ ;  $p= 0,046$ ) (Tabla 9).

Tabla 9. PERMANOVA en base a las disimilitudes de Bray-Curtis (previa transformación a raíz cuadrada) de la precipitación (mm/día) en la ensenada El Tigrillo, PNM, durante el estudio. FV: fuente de variación, GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadrados medios, F: pseudo-F,  $p$ : probabilidad y  $P(MC)$ : prueba Monte Carlo.

FV	GL	SC	CM	F	$p$	$p(MC)$
----	----	----	----	---	-----	---------

Época	2	18,5020	9,251	5,119	<b>0,046</b>	<b>0,0443</b>
Residual	4	7,2276	1,807			
Total	6	25,7290				

Los parámetros abióticos registrados en esta investigación, presentan un patrón común para el oriente del país, coincidiendo con los resultados obtenidos por Rendón (2021) y Rondón (2021) en la zona central del Parque Nacional Mochima. No obstante, difieren con los reportados por Márquez-Rojas *et al.* (2017; 2021) en el golfo de Cariaco.

La variabilidad estacional de los parámetros abióticos, posiblemente se deba al patrón regional de las lluvias entre los meses de mayo-agosto y al de los vientos alisios durante la época de surgencia. Tal como lo señalaron Okuda *et al.* (1978) y Márquez-Rojas *et al.* (2018), quienes explican que en la época de lluvias el agua de mar se estratifica térmicamente, haciendo que la temperatura aumente en la superficie, esto ocurre cuando hay baja intensidad en los vientos. En cambio, en el periodo de sequía, disminuye, debido a que aumenta la velocidad de los vientos provocando el afloramiento de las aguas sub-superficiales frías. Según Castellanos *et al.* (2002), los cambios estacionales de la temperatura pueden ser atribuidos al grado de la mezcla promovida por el viento en los eventos de surgencia, que cuando es fuerte y constante, remueve una capa de agua más amplia, disminuyendo las variaciones de temperatura en un mismo día y entre días consecutivos. Cuando el viento es débil, la capa más superficial gana rápidamente calor por insolación e igualmente lo pierde por irradiación, por estar limitado el flujo de calor hacia las aguas sub-superficiales, y poco favorecida la mezcla.

En cuanto al pH, Márquez *et al.* (2023) explican que el metabolismo del carbono de las comunidades marinas, se considera el factor clave en el equilibrio de la fotosíntesis y la respiración. Generalmente, en un ecosistema autótrofo neto donde la fotosíntesis es mayor que la respiración, la absorción de CO<sub>2</sub> por la fotosíntesis excede el producido por la mineralización, lo que aumenta el pH. Al respecto, Senior (2009) señala que en aguas naturales la acidez proviene principalmente del CO<sub>2</sub>, el cual penetra a ella por disolución del anhídrido carbónico atmosférico.

Según Okuda (1975) y Marín *et al.* (2004), en el periodo de surgencia se esperan valores bajos de oxígeno disuelto ya que, las aguas sub-superficiales que afloran son frías, están cargadas de nutrientes y son poco oxigenadas. Sin embargo, Márquez *et al.* (2017) y Márquez *et al.* (2023) sugieren que concentraciones elevadas de oxígeno disuelto en época de surgencia, pudieran estar asociadas con procesos de intercambio atmosfera-océano, debido a la mayor intensidad de los vientos para ese lapso y que, durante esta época las aguas enriquecidas con nutrientes provenientes de la degradación de la materia orgánica, incrementan la concentración de clorofila *a*, que contribuye a elevar la concentración de oxígeno disuelto durante algunos meses debido a los procesos fotosintéticos. Por otro lado, Escorcía (2012) determinaron que las bajas temperaturas en la columna de agua permiten una mayor solubilidad del oxígeno, lo que eleva las concentraciones de oxígeno en las capas superficiales del agua.

En cuanto a la variabilidad espacial de la Clorofila *a*, Rodríguez-Centeno *et al.* (2010) en isla la Tortuga, señalaron que, el mayor valor registrado corresponde a la zona más somera de alto oleaje. Allí, la turbulencia generada por el viento suspende los sedimentos y enriquece la columna de agua. Sin embargo, si la turbulencia se vuelve muy intensa, las células fitoplanctónicas son transportadas a zonas con poca iluminación en la columna de agua lo que dificultaría la actividad fotosintética (Esteves, 2011). Por otro lado, Huovinen *et al.* (1999) explicaron que las altas intensidades de luz inhiben el crecimiento del fitoplancton en la superficie. Así mismo, González *et al.* (2006) mencionan que los valores altos de clorofila *a*, en la época de surgencia, indican que el fitoplancton en la bahía fue muy productivo y estaba en buenas condiciones fisiológicas, ya que su concentración respondió al enriquecimiento de nutrientes. Al contrario, las concentraciones bajas indican una alta tasa de pastoreo, debido a la alta tasa de organismos filtradores en el área (Márquez-Rojas *et al.*, 2018).

De esta manera, Aparicio (2003) explica en una revisión de las características oceanográficas de la plataforma nororiental de Venezuela, que la intensidad eólica alcanza un máximo de  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  durante el mes de marzo (aumenta la salinidad, la clorofila *a* y el oxígeno disuelto), cuando la zona de convergencia inter tropical se sitúa más cerca del Ecuador y el valor mínimo de  $3 \text{ m}\cdot\text{S}^{-1}$  durante el mes de octubre (aumentan la

temperatura y la precipitación), cuando la zona de convergencia inter tropical, después de haber iniciado su migración hacia el norte desde el mes de junio, alcanza su posición latitudinal más alejada del Ecuador. En este sentido, Okuda *et al.* (1978) y Rondón (2021) aseguran que el periodo de surgencia, está dado por vientos fuertes, bajos valores de temperatura y bajas precipitaciones.

### **Variables abióticas vs abundancia de moluscos**

Los resultados del test RELATE, no mostraron correlación estadísticamente significativa entre la abundancia de los moluscos meroplanctónicos y las variables ambientales consideradas ( $\rho= 0,04$ ;  $p= 0,02$ ). Igualmente, el análisis BIOENV con una relación significativa de 999 corrobora que no existe de probabilidad ( $\rho= 0,076$ ;  $p= 0,587$ ), de que las variables ambientales consideradas, en este estudio estén asociadas con la abundancia de los moluscos meroplanctónicos de la ensenada el Tigrijo, PNM.

Los resultados obtenidos son contrastantes con los de Alcaraz y Domínguez (1985) en la ría de Pontevedra, quienes no pudieron identificar ningún factor ambiental concreto como determinante en la variación de la abundancia de las larvas de moluscos. No obstante, Aristizábal (2020) determinó que la abundancia de larvas de *Crassostrea* en la ensenada de Rio Negro estuvo correlacionada estadísticamente con la salinidad, el seston y la clorofila *a*, además su variación espacial estuvo influenciada por la circulación interna de dicha ensenada. Al respecto, Epifanio y Garvine (2001) explican que diversos procesos físicos se han descrito como responsables del transporte y retención de huevos y larvas de invertebrados y que la forma en que estos procesos afectan al zooplancton depende de las adaptaciones biológicas que desarrollen los diferentes organismos. Así, existen larvas que presentan migraciones verticales asociadas con las mareas, en cambio en otros grupos la migración vertical está relacionada con cambios ontogenéticos.

En contraparte a lo obtenido en esta investigación diversos autores hallaron efectos positivos de los factores abióticos sobre la abundancia del zooplancton. Al respecto, Marcano *et al.* (2010) en la bahía de Mochima, observaron una relación positiva de la densidad zooplanctónica con la clorofila *a*, coincidiendo sus máximas

densidades con los valores más altos en esta variable. Igualmente, Crespo *et al.* (2020) en las costas del estado Miranda, determinaron que algunas especies de la comunidad zooplanctónica estuvieron correlacionadas positivamente con la salinidad y la temperatura. Mientras que, Brandao *et al.* (2020) en la plataforma sur de Brasil, observaron que, las mayores concentraciones de larvas de meroplancton coincidieron con el evento de surgencia más fuerte presente en el período estudiado. Flores *et al.* (2021) en la laguna Barra de Navidad, Jalisco, México, mostraron que las variables ambientales de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH estuvieron estrechamente correlacionadas con la abundancia y composición de especies zooplanctónicas. De igual manera, Campos y Landaeta (2021) en las costas de Chile, observaron que las larvas de bivalvos aumentaron su abundancia en aguas más cálidas, saladas y verticalmente mezcladas.

Como se mencionó anteriormente el resultado de ésta investigación indicó que, estadísticamente las variables ambientales evaluadas no influyeron en la abundancia de los moluscos meroplanctónicos en el área estudiada. En tal sentido, posiblemente sean otros los factores abióticos o bióticos los que afectan a la abundancia de estos moluscos, entre ellos, la hidrodinámica (fuerza del oleaje, corriente), el tiempo de muestreo (día-noche), disponibilidad de alimento, competencia, depredación, existencia de bancos naturales cercanos, estacionalidad reproductiva, además, el uso de otros estadísticos y el uso de otras variables determinadas como influyentes en los estudios de zooplancton.

Así mismo, Campos y Díaz (2007) indican que, los procesos que intervienen en la distribución y desarrollo larval de la mayoría de especies de bivalvos ocurren en plazos inferiores a tres meses, por lo cual, para conocer mejor los patrones de abundancia local, se requiere una estrategia de muestreo a escalas de tiempo más cortas. De igual manera, Briceño *et al.* (2009) mencionan que, las variaciones de las condiciones del agua, ligadas a procesos biológicos como la competencia y depredación pueden incidir de manera determinante en la variabilidad temporal de la composición, abundancia y distribución de estas comunidades.

## CONCLUSIONES

Las especies de moluscos meroplanctónicos reportadas en la ensenada el Tigrillo, PNM (36), estuvieron contenidas en las clases Gasteropoda y Bivalvia. De estas, 10 cambiaron de género, 3 de género y familia, una de especie y familia, y una solo de especie.

La clase gasterópoda domino el estudio en cuanto a la abundancia de organismos (70%), siendo, *Natica* (54), *Alvania* (41) y *Discopsis* (35), los géneros más abundantes.

En respuesta a una de las hipótesis planteadas, solo existen variaciones espaciales (10 y 25 m de la costa) en la abundancia de los moluscos meroplanctónicos en la ensenada El Tigrillo.

Con respecto a los parámetros considerados en este estudio, la temperatura y la salinidad mostraron variación espacio-temporal. El pH, oxígeno disuelto y clorofila *a* variaron significativamente entre épocas y distancias de la costa, mientras que, el índice de surgencia y la precipitación solo evidenciaron variaciones temporales.

Los resultados sugieren que las condiciones ambientales y climatológicas no influyen en la abundancia de los moluscos meroplanctónicos de la ensenada el Tigrillo del PNM.

## **RECOMENDACIONES**

Ampliar los estudios taxonómicos, ecológicos y de dinámica reproductiva de los moluscos meroplanctónicos para un mejor entendimiento de la dinámica ecológica de este grupo, en las aguas de Venezuela.

Una continuidad en el muestreo en términos temporales (horas, días e incluso semanas), pudiera explicar mejor los cambios a corto plazo.

La gran variedad de especies de este grupo, sugiere la necesidad de realizar un estudio comparativo específico acerca de la diversidad a nivel planctónico y bentónico para disponer de un claro panorama acerca del verdadero nivel de diversidad faunística de esta zona en particular.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, R. 1974. *American seashells*. Second edition. Editorial Van Nostrand Reinhold Company. New York, United States.
- Acosta, V.; Betancourt, R. y Prieto, A. 2013. Estructura comunitaria de bivalvos y gasterópodos en raíces del mangle rojo *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) en isla Larga, bahía de Mochima, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 62(2): 551-565.
- Acosta, V.; Prieto, A.; Ruiz, L. y Gil, H. 2007. Moluscos asociados a la pepitona *Arca zebra* (mollusca: bivalvia) en Chacopata, estado Sucre, Venezuela. *Saber*, 19(1): 21-26.
- Alcaraz, D. y Domínguez, M. 1985. Larvas de moluscos lamelibranquios en la ría Pontevedra (No de España): ciclo anual\*. *Instituto de Investigaciones Pesqueras*, 49(2): 165-173.
- Álvarez-Barco, J.; Benítez, P. y Narciso, S. 2018. Primer reporte de microgastropodos (mollusca: gastropoda) encontrados en sedimentos coralinos de la Laguna de Yapascua, estado Carabobo. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 57(2): 15-19.
- Alvera-Azcárate, A.; Barth, A.; Weisberg, R.; Castañeda, J.; Vandembulcke, L. y Beckers, J. 2011. Thermocline characterization in the Cariaco basin: a modelling study of the thermocline annual variation and its relation with winds and chlorophyll-a concentration. *Continental Shelf Research*, 31(1): 73-84.
- Anderson, M. 2001. "A new method for non-parametric multivariate analysis of variance". *Austral Ecology*, 26: 32-46.
- Anderson, M.; Gorley, R. y Clarke, K. 2008. *PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to software and statistical methods*. PRIMER-E Ltd., Plymouth. Auckland, New Zealand.
- Andréu, B. 1962. La mitilicultura y sus perspectivas en costas orientales de Venezuela. *Ciencia al Día*, 12: 86-88.
- Angulo-Campillo, O. y Aceves-Medina, G. 2018. Dos nuevas especies de pterópodos gimnosomados del golfo de California (Gymnosomata: Pneumodermatidae). *Hidrobiológica*, 28(3): 231-237.
- Anker, A.; Galena-Vantsetti, M.; Lira, C.; Vera, C.; Palmer, R. y Ming-Shiou, J. 2005. Macrofauna associated with *Echiuran* burrows: a review with new observations of the innkeeper worm, *Ochetostoma erythrogrammon* Leuckart and Rüppel, in Venezuela. *Zoological Studies*, 44(2): 157-190.
- Aparicio, R. 2003. Revisión de las características oceanográficas de la plataforma nororiental de Venezuela. En: *La sardina (Sardinella aurita), su medio ambiente y explotación en el oriente de Venezuela*. Freón, P. y Mendoza, J. (eds). IRD Editions. Francia, Paris. Págs. 171-206.

- Aristizábal, V. 2020. Distribución espacial y variación temporal de la abundancia de larvas de bivalvos (mollusca) con potencial comercial en el sur del caribe colombiano (Golfo de Urabá), Colombia. Tesis de maestría. Maestría en Ciencias del Mar, Universidad de Antioquia. Antioquia, Colombia.
- Ayata, S.; Stolba, R.; Comtet, T. y Thiebaut, E. 2011. Meroplankton distribution and its relationship to coastal mesoscale hydrological structure in the northern Bay of Biscay (NE Atlantic). *Journal of Plankton Research*, 33(8): 1193-1211.
- Bakun, A.; McLain, D. y Mayo, F. 1964. The mean annual cycle of coastal upwelling off western North America as observed from surface measurements. *Fishery Bulletin*, 72: 843-844.
- Balbontín, F.; Campos, B.; Mujica, A. y Saavedra-Nievas, J. 2009. Distribución de larvas de algunos invertebrados y huevos de peces en relación con factores físicos en Fiordos Patagónicos. *Revista de Ciencia y Tecnología del Mar*, 32(1): 49-70.
- Belgrano, A.; Legendre, P.; Dewarumez, J. y Frontier, S. 1995. Spatial structure and ecological variation of meroplankton on the Belgian-Dutch coast of the North Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 128: 51-59.
- Bernal, W.; Márquez-Rojas, B.; Troccoli, L. y Morales, J. 2023. Distribución temporal y espacial de especies de cladóceros marinos en una zona hipóxica del golfo de Cariaco (mar caribe suroriental). *Revista Ciencia e Ingeniería*, 10(2): 2-20.
- Borges, L.; Merckelbach, L.; Sampaio, Í. y Cragg, S. 2014. Diversity, environmental requirements, and biogeography of bivalve wood-borers (Teredinidae) in European coastal waters. *Frontiers in Zoology*, 11: 1-13.
- Bowden, K. 1983. *Physical oceanography of coastal waters*. Editorial Ellis Horwood. New York, United States.
- Brandao, M.; García, C. y Freire, A. 2020. Meroplankton community structure across oceanographic fronts along the South Brazil Shelf. *Journal of Marine Systems*, 208: 1-14.
- Briceño, H.; Buonocore, R.; Sangronis, C.; García-Pinto, L.; Rojas, J.; Chirinos, J.; González, A. y López, C. 2009. Composición y abundancia del plancton de la costa noreste de la bahía el Tablazo, Sistema de Maracaibo, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, 43(4): 463-485.
- Brusca, R. y Brusca, G. 2005. *Invertebrados*. Segunda edición. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U. Madrid, España.
- Campos, B. y Díaz, P. 2007. Distribución y abundancia de larvas de moluscos gasterópodos y bivalvos en fiordos y canales del sur de Chile. *Revista de Ciencia y Tecnología del Mar*, 30(1): 115-132.
- Campos, B. y Landaeta, M. 2016. Moluscos planctónicos entre el fiordo Reloncaví y el golfo Corcovado, sur de Chile: ocurrencia, distribución y abundancia en invierno.

*Biología Marina y Oceanografía*, 51(3): 527-539.

- Campos, B. y Landaeta, M. 2021. Distribución y abundancia de moluscos planctónicos en un gradiente longitudinal en el Pacífico suroriental frente a Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 56(2): 122-133.
- Castellanos, P.; Varela, R. y Muller-Karger, F. 2002. Descripción de las áreas de surgencia al sur del Mar Caribe examinadas con el sensor infrarrojo AVHRR. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 154: 55-76.
- Clarke, K. y Warwick, R. 2001. *Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation*. PRIMER-E Ltd., Plymouth. Devon, Reino Unido.
- Clasing, E.; Carrillo, H. y Arratia, L. 1999. Estado de desarrollo gonadal de cuatro especies de bivalvos de la infauna, recolectadas en canales adyacentes a Campos de Hielo Sur durante una primavera austral. *Ciencia y Tecnología del Mar*, 22: 155-164.
- Cowen, R. y Sponaugle, S. 2009. Larval dispersal and marine population connectivity. *Annual Review of Marine Science*, 1: 443-466.
- Crespo, M.; Pereira, C.; Zoppi, E.; Scott-Frías, J.; Montiel, E. y Hernández, V. 2020. Composición y abundancia del zooplancton marino y costero del estado Miranda, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 59(1): 69-84.
- Cruz, M. 1993. Pterópodos y heterópodos del Golfo de Guayaquil. *Acta Oceanográfica del Pacífico INOCAR, Ecuador*, 2(2): 569-587.
- Cumana, L. 2008. Plantas vasculares del Parque Nacional Mochima, estados Anzoátegui y Sucre, Venezuela. *Ernstia*, 18(2): 107-164.
- Darrigan, G. y Damborenea, C. 2017. La colección de moluscos del Museo de La Plata: importancia de los moluscos para la humanidad. *Revista del Museo de la Plata*, 29: 40-46.
- De Vera, A.; Hernández, F.; Lozano, F. y Espinosa, J. 2017. Composición y distribución espacio-temporal de los moluscos planctónicos durante la etapa post-eruptiva de un volcán submarino. Proyecto VULCANO. *Vieraea*, 45: 127-158.
- Díaz, J. y Puyana, M. 1994. *Moluscos del caribe colombiano*. Un catálogo ilustrado. COLCIENCIAS, Fundación Natura e INVEMAR. Bogotá, Colombia.
- Díaz, O. y Liñero-Arana, I. 2004. Comunidad de moluscos asociados a praderas de *Thalassia testudinum* (BANK ET KÖNING 1805), en la bahía de Mochima, Venezuela. *Acta Científica Venezolana*, 55: 44-55.
- Edwards, K.; Hare, J.; Werner, F. y Seim, H. 2007. Using 2-dimensional dispersal kernels to identify the dominant influences on larval dispersal on continental shelves. *Marine Ecology Progress Series*, 352: 77-87.

- Epifanio, C. y Garvine, R. 2001. Larval transport on the Atlantic continental shelf of North America: A review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 52: 51-77.
- Escorcía, R. 2012. Estructura comunitaria del fitoplancton de playa la Galera, isla de Margarita, estado Nueva Esparta, periodo mayo-noviembre de 2009. Trabajo de grado. Departamento de Acuicultura, Universidad de Oriente. Nueva Esparta, Venezuela.
- Esteves, F.; Caliman, A.; Santangelo, J.; Guariento, R.; Farjalla, V. y Bozelli, R. 2008. Neotropical coastal lagoons: An appraisal of their biodiversity, functioning, threats and conservation management. *Brazilian Journal of Biology*, 68(4): 967-981.
- Esteves, M. 2011. Cambios a corto plazo del fitoplancton durante la época de surgencia en la bahía de Mochima, estado Sucre. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Fernández, J. 2020. Variación espacio temporal de la malacofauna bentónica asociada a sustratos rocosos del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. Tesis doctoral. Postgrado en Ciencias Marinas, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Fernández, J.; Jiménez, M. y Allen, T. 2014. Diversidad, abundancia y distribución de la macrofauna bentónica de las costas rocosas al norte del estado Sucre, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 62(3): 947-956.
- Fernández-Puelles, M.; Jansá, J.; Gomis, C.; Gras, D. y Amengual, B. 1997. Variación anual de las principales variables oceanográficas y planctónicas en una estación nerítica del mar Balear. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 13(1-2): 13-33.
- Ferraz-Reyes, E. 1987. Productividad primaria del golfo de Cariaco. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 26(1-2): 97-110.
- Ferraz-Reyes, E. 1989. Influencia de los factores físicos en la distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica en el golfo de Cariaco (Venezuela). *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 28(1-2): 47-56.
- Flores, A. 2014. Distribución, composición y abundancia de moluscos pterópodos (mollusca: pteropoda) en diferentes masas de agua de la región nororiental de Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Flores, R.; García, M. y Navarro, M. 2021. Variación espacio temporal de los grupos del zooplancton de una laguna hipersalina Xola-Paramán, Jalisco. *Acta Pesquera*, 7(13): 17-30.
- Flores-Coto, C.; Arellanes, H.; Sánchez, J. y López, A. 2013. Composición, abundancia y distribución de Pteropoda (Mollusca: Gastropoda) en la zona nerítica, del sur del golfo de México (agosto, 1995). *Hidrobiológica*, 23(3): 348-364.

- Flores-Vargas, R.; Navarro-Rodríguez, M.; González, L. y Saucedo, M. 2017. Variación estacional de los principales grupos zooplanctónicos y parámetros físicos del área natural protegida laguna Barra de Navidad, Jalisco. *Acta Pesquera*, 82: 34-50.
- Gómez, A. 2019. Variación a largo término (2002-2016) en la densidad y composición del mesozooplankton indica cambio de régimen en la isla de Margarita (Venezuela). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 48(1): 65-87.
- González, F.; Zoppi de Roa, E. y Montiel, E. 2006. Productividad primaria del fitoplancton en la bahía de Mochima, Venezuela\*. *Investigaciones Marinas Valparaiso*, 34(2): 37-45.
- González-Solis, A.; Torruco, D. y Torruco-González, Á. 2018. Comparative analysis of mollusks in the Los Petenes Biosphere Reserve and coastal lagoons in southeastern Mexico. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR*, 47(1): 25-44.
- Hernández, F.; Jiménez, S.; Fernández-Alamo, M.; Tejera, E. y Arbelo, E. 2001. Sobre la presencia de moluscos nudibranchios planctónicos en el Archipiélago de Cabo Verde. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 12(3-4): 49-54.
- Hernández-Ávila, I. y Gómez-Gaspar, A. 2014. Patrones de abundancia y composición del zooplankton costero a varias escalas temporales en un ciclo de surgencia estacional en la isla de margarita, Venezuela. *Interciencia*, 39(2): 122-128.
- Hickman, C. 2001. Evolution and development of gastropod larval shell morphology: experimental evidence for mechanical defence repair. *Evolution and Development*, 3: 18-23.
- Huovinen, P.; Brett, M. y Goldman, C. 1999. Temporal and vertical dynamics of phytoplankton net growth in Castle Lake, California. *Journal of Plankton Research*, 21: 373-385.
- INPARQUES (Instituto Nacional de Parques). 1982. *Guía de los parques nacionales y monumentos naturales de Venezuela*. Ediciones Fundación de Educación Ambiental. Caracas, Venezuela.
- Lodeiros, C.; Marín, B. y Prieto, A. 1999. *Catálogo de moluscos marinos de las costas nororientales de Venezuela: clase Bivalvia*. Edición APUDONS. Cumaná, Venezuela.
- López, D. 2009. Aspectos estructurales de la comunidad zooplanctónica durante pulsos de surgencia/no surgencia costera en la región de santa marta, caribe colombiano. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia.
- MacIntoch, H.; De Nys, R. y Whalan, S. 2012. Shipworms as a model for competition and coexistence in specialized habitats. *Marine Ecology Progress Series*, 461: 95-105.
- Mann, K. y Lazier, J. 1991. *Dynamics of marine ecosystems*. Blackwell Scientific

*Publications*. Third edition. Blackwell Publishing. Boston, USA.

- Marcano, Y.; Márquez, B.; Díaz-Ramos, J.; Troccoli, L.; Marín, B.; Salazar, I. y Rincones, K. 2010. Variables fisicoquímicas que influyen a corto plazo en el zooplancton de la bahía de Mochima, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 49(2): 129-145.
- Margalef, R. 1995. *Ecología*. Ediciones Omega, S. A. Barcelona, España.
- Marín, B.; Lodeiros, C.; Figueroa, D. y Márquez, B. 2004. Distribución vertical y abundancia estacional del microzooplancton y su relación con los factores ambientales en Turpialito, golfo de Cariaco, Venezuela. *Veterinaria*, 14(2): 1-14.
- Márquez, A.; Romero, J.; Troccoli, L.; Senior, W.; Lemus, A. y González, A. 2023. Variación del sistema carbónico en una zona costera del Caribe dedicada al cultivo de mitílidos: Caso golfo de Cariaco. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 6(1): 65-82.
- Márquez, A.; Senior, W.; Benítez, A.; Fermín, I.; Martínez, G.; González, A.; Castañeda, J.; Alcalá, L. y De la 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.; Díaz-Ramos, 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.; 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): 148-170.
- Márquez-Rojas, B.; Troccoli, L. y Díaz-Ramos, R. 2021. Bloom algal y abundancia de copépodos en el golfo de Cariaco, Venezuela (Caribe Suroriental). *Intropica*, 16(2): 133-152.
- Márquez-Rojas, 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-Rojas, B.; Zoppi, 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.
- Moreno-Alcántara, M. y Aceves-Medina, G. 2014. Revisión de la composición de especies, distribución y abundancia de moluscos holoplanctónicos presentes en el Pacífico mexicano. *Journal of Molluscan Studies*, 80(2): 131-138.
- Moreno-Alcántara, M.; Giraldo, A. y Aceves-Medina, G. 2017. Heterópodos (Gastropoda: Pterotracheoidea) identificados en un transecto costa-océano en el

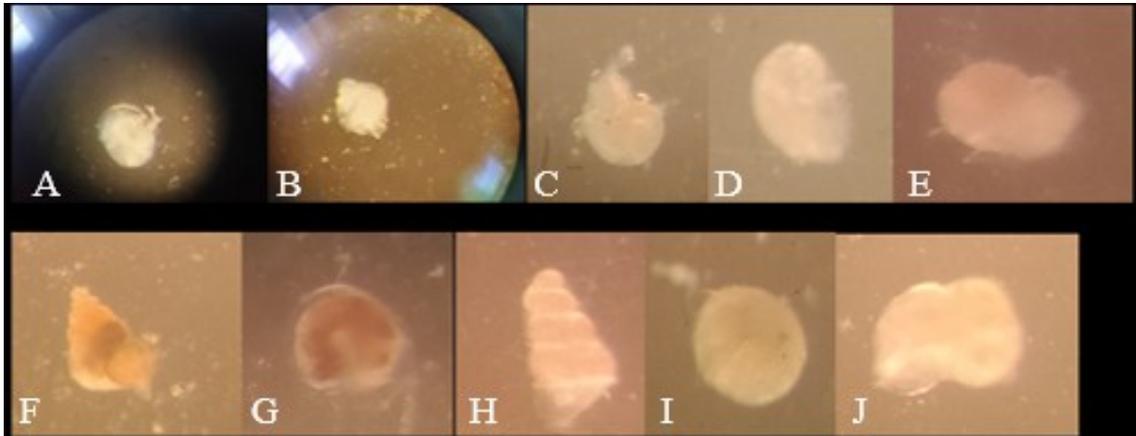
- Pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 46(2): 175-181.
- Mulyadi, H. y Adji, S. 2020. The dynamics abundance of meroplankton in Nusalaut coastal waters, Central of Maluku Regency. *Earth and Environmental Science*, 618: 1-9.
- Narciso, S.; Prieto-Arcas, A. y Acosta-Balbás, V. 2005. Microgasterópodos asociados con el banco natural de la pepitona *Arca zebra* (Swainson, 1833; Mollusca: Bivalvia) ubicado en la localidad de Chacopata, estado Sucre, Venezuela. *Ciencias Marinas*, 31(1A): 119-124.
- Ohman, M. 1988. Behavioral responses of zooplankton to predation. *Bulletin of Marine Science*, 43(3): 530-550.
- Okuda, T. 1975. Características hidroquímicas del golfo de Santa Fe y áreas adyacentes. *Boletín del Instituto Oceanográfico Universidad de Oriente*, 14(2): 251-268.
- Okuda, T.; Álvarez, J.; Bonilla, J. y Cedeño, G. 1978. Características hidrográficas del golfo de Cariaco, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 17(1-2): 69-88.
- Oliva, J. y Navarrete, A. 2007. Larvas de moluscos gasterópodos del sur de Quintana Roo, México. *Hidrobiológica*, 17(2): 151-158.
- Olive, P. 1992. The adaptive significance of seasonal reproduction in marine invertebrates: the importance of distinguishing between models. *Invertebrate Reproduction & Development*, 22(1-3): 165-174.
- Ospina-Hoyos, J.; Palacio-Baena, J. y Vásquez-Bedoya, L. 2014. ¿Responden los micromoluscos a los cambios ambientales durante el Holoceno tardío en el sur del mar Caribe colombiano? *Universitas Scientiarum*, 19(3): 233-246.
- Palma, S. y Apablaza, P. 2004. Abundancia estacional y distribución vertical del zooplancton gelatinoso carnívoro en un área de surgencia en el norte del sistema de la corriente de Humboldt. *Investigaciones Marinas*, 32(1): 49-70.
- Pearse, J. y Lockhart, S. 2004. Reproduction in cold water: paradigm changes in the 20th century and a role for ctenophores. *Deep Sea Research II*, 51: 1533-1549.
- Princz, D. y González, L. 1981. Los moluscos holoplanctónicos del golfo de Venezuela y una interpretación de su función como indicadores ecológicos en la zona centro occidental del Caribe. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 20(1-2): 85-90.
- Quesquén, R.; Ayón, P. y Vásquez, L. 2016. Moluscos holoplanctónicos (Mollusca: Heteropoda y Thecosomata) como indicadores de la variabilidad oceanográfica y del evento El Niño frente a Callao y Pisco del 2013 al 2015. *Boletín Trimestral Oceanográfico*, 2(1): 10-17.
- Rodríguez-Centeno, M.; Díaz-Ramos, J.; Charzeddine, L.; Subero-Pino, S. y Troccoli-Ghinaglia, L. 2010. Biomasa y abundancia del fitoplancton en la isla la Tortuga,

- Dependencia Federal, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 49(1): 77-86.
- Rolán, E. y Rubio, F. 2002. *The Family Tornidae (Gastropoda, Rissooidea) in the East Atlantic Volumen 13 de Reseñas malacológicas*. Rubio, F. (ed). Editorial SM. Madrid, España.
- Romero, M. y Valdebenito, E. 2002. Larvas veliger de gastrópodos Prosobranchia provenientes de Punta de Lobos, Cuarta Región, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 75: 491-514.
- Rendón, M. 2022. Caracterización de la fauna malacológica epibentónica, asociada al molusco *Atrina seminuda* (Lamarck, 1819) (Bivalvia: Pinnidae) en el Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Rondón, M. 2021. Composición, abundancia y distribución espacio-temporal del ictioplancton en la zona central del Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. Trabajo de grado. Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Sánchez, N.; González, H. y Iriarte, J. 2011. Trophic interactions of pelagic crustaceans in Comau Fjord (Chile): their role in the food web structure. *Journal of Plankton Research*, 33(8): 1212-1229.
- Sanvicente-Añorve, L.; Rubio-Sandoval, K.; Lemus-Santana, E. y Alatorre-Mendieta, M. 2021. Riqueza de especies de moluscos holoplanctónicos de Mahahual, Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92: 1-7.
- Schluter, M. y Rachor, E. 2001. Meroplankton distribution in the central Barent Sea in relation to local oceanographic patterns. *Polar Biology*, 24: 582-592.
- Seapy, R. 2008. Offshore-inshore and vertical distributional patterns of heteropod mollusks off leeward Oahu, Hawaii. *Marine Biology*, 154: 985-995.
- Senior, W. 2009. Estudio de las características físico-químicas de la bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela. Trabajo para ascender a la categoría de Profesor Titular. Departamento de Biología, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
- Valencia, F.; Valencia, J.; Guerrero, J. y Fernández, M. 2014. Estudio preliminar de los moluscos planctónicos de Acapulco, Guerrero, México. *Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales*, 1(1): 459-462.
- Van Der Spoel, S. y Boltovskoy, D. 1981. Pteropoda. En: *Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. Boltovskoy, D. (ed). Instituto Nacional de Investigaciones y Desarrollo Pesquero (INIDEP). Mar del Plata, Argentina. Págs. 493-524.

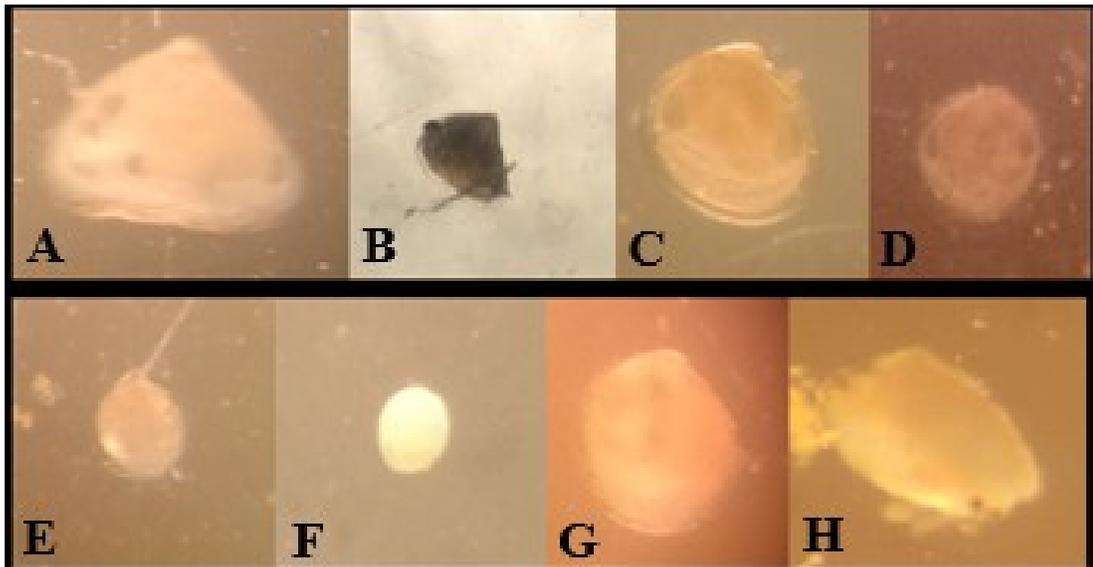
- Vargas, C.; Manriquez, P. y Navarrete, S. 2006. Feeding by larvae of intertidal invertebrates: assessing their position in pelagic food webs. *Ecology*, 87(2): 444-457.
- Villafranca, S.; Fernández, J. y Marín, B. 2018. Moluscos holoplanctónicos del Bajo Las Caracas, Parque Nacional Mochima, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 57(2): 48-58.
- Villegas, N.; Malikov, I. y Díaz, D. 2008. Descripción de los ciclos de ascenso de las aguas de la Cuenca Pacífico colombiano durante el año y su relación con patrones meteorológicos asociados a la zona de convergencia intertropical. *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó*, 2: 200-2006.
- Wall-Palmer, D.; Smart, C.; Kirby, R.; Hart, M.; Peijnenburg, K. y Janssen, A. 2016. A review of the ecology, palaeontology and distribution of *Atlantid* heteropods (Caenogastropoda: Pterotracheoidea: Atlantidae). *Journal of Molluscan Studies*, 82(2): 221-234.
- Williams, S. y Garcia-Sais, J. 2010. Temporal and spatial patterns of echinoderm larvae in La Parguera, Puerto Rico. *Revista de Biología Tropical*, 58: 81-88.
- WoRMS. 2025. "World register of marine species". <<https://www.marinespecies.org> at VLIZ> (14/02/2025).

## APÉNDICES

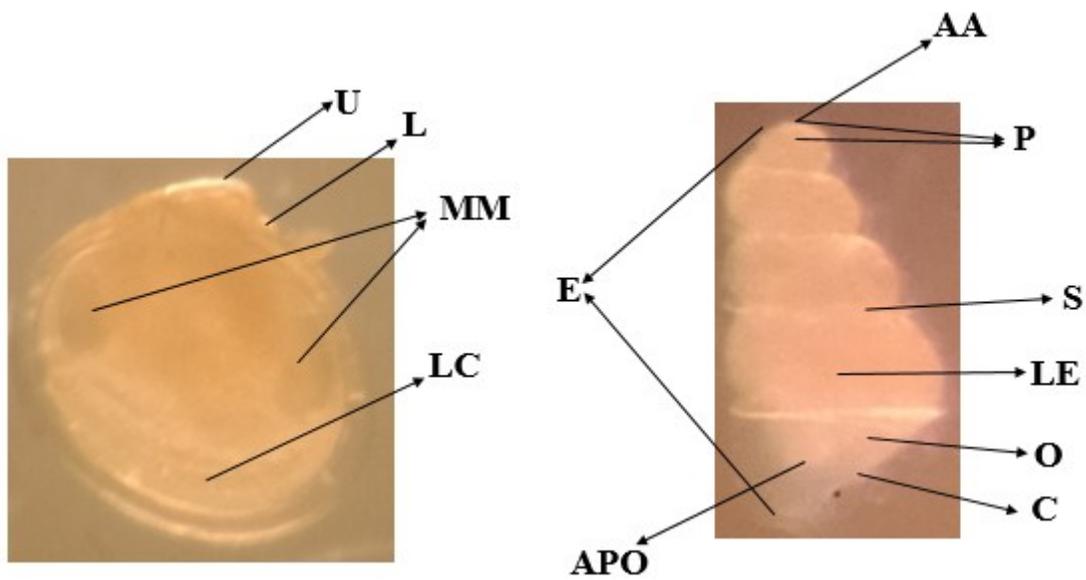
Algunos moluscos meroplanctónicos de la ensenada el Tigrillo.



Apéndice 1. Gasterópodos. A: *Tectonatica pusilla*, B: *Murex*, C: *Discopsis*, D: *Solariorbis*, E: *Natica*, F: *Alvania*, G: *Sinum*, H: *Amphithalamus rauli*, I: *Nerita* y J: *Janthina*.



Apéndice 2. Bivalvos. A: *Tellina*, B: *Tivela*, C: *Ctena orbiculata*, D: *Divaricella*, E: *Lucina*, F: *Laevicardium*, G: *Semele* y H: *Musculus lateralis*.



Apéndice 3. Morfología general externa y caracteres usados en la identificación de moluscos meroplanctónicos (bivalvos y gasterópodos). Umbo (U), lúnula (L), marcas musculares (MM), líneas concéntricas (LC), ápice acuminado (AA), protoconcha (P), espira (E), sutura (S), líneas espirales (LE), ombligo (O), columnela (C) y abertura provista de un opérculo (APO).



Apéndice 4. Gasterópodo: *Natica* (círculo negro 5 mm de diámetro).

## HOJA DE METADATOS

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

<b>Título</b>	Variación espacio-temporal de los moluscos meroplanctónicos en la ensenada del Tigrillo, Parque Nacional Mochima, Venezuela
<b>Subtítulo</b>	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código ORCID / e-mail	
Arenas Montes José Leonardo	<b>ORCID</b>	
	<b>e-mail</b>	Jleoarenas1994@gmail.com
	<b>e-mail</b>	
	<b>ORCID</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

Palabras o frases claves:

moluscos
meroplancton
ensenada el Tigrillo
abundancia
variables

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

Área o Línea de investigación:

Área	Subáreas
Ciencias	Biología
<b>Línea de Investigación:</b> Malacología	

Resumen (abstract):

### Resumen

En Venezuela, los estudios sobre moluscos meroplanctónicos son escasos, y la mayoría, realizados específicamente en el oriente del país, enmarcados dentro de investigaciones generales del zooplancton, es por esto que se consideró, evaluar la variación espacio-temporal de moluscos meroplanctónicos (gasterópodos y bivalvos) en la ensenada El Tigrillo, Parque Nacional Mochima, Venezuela. La toma de muestras se realizó bimensual en el año 2016. Los calados se realizaron a bordo de un bote tipo peñero, con motor fuera de borda. Se utilizó una red tipo Bongo para mesozooplancton. Los calados se realizaron de manera oblicua, superficiales a 2 m de profundidad, con una duración de 10 minutos (a 2 nudos de velocidad). Posteriormente, fueron separados e identificados. Se reportaron un total 285 moluscos, los que se distribuyeron en 2 clases, 18 familias, 36 especies y 32 géneros. La clase gasterópoda fue la más representativa con el 70% de la abundancia total. Los géneros *Natica*, *Alvania*, *Discopsis*, *Tivela* y la especie *Ctena orbiculata* resultaron ser los más abundantes. Los valores de abundancia temporal fueron más evidentes en la época de transición (junio y agosto). La mayor variación espacial de la abundancia se obtuvo a los 25 m, donde se evidenciaron diferencias significativas. Durante el estudio las variables temperatura y salinidad mostraron interacción significativa, mientras que las variables de pH, oxígeno disuelto y clorofila *a* presentaron diferencias significativas entre épocas y distancias de la costa. Adicionalmente, el índice de surgencia y precipitación evidenciaron diferencias temporales, a pesar de esto, no tuvieron influencia sobre la abundancia de los moluscos meroplanctónicos, de la ensenada el Tigrillo. La escasa presencia de especies en este estudio evidencia la necesidad de llevar a cabo investigaciones sobre los moluscos meroplanctónicos a corto plazo, más descriptivos e identificar qué factores afectan a su abundancia, lo que a su vez contribuye con un mayor conocimiento del ciclo vital de estos organismos en el oriente del país y con la diversidad en general.

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

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código ORCID / e-mail										
Fernández Malavé Johanna Raquel	ROL										
		CA		AS	X	TU		JU			
	ORCID										
	e-mail	johnannafer@gmail.com									
	e-mail										
Villafranca Sioliz	ROL										
		CA		AS		TU		JU	X		
	ORCID										
	e-mail	svillafranca@yahoo.com									
	e-mail										
Arrieche Dwight	ROL										
		CA		AS		TU		JU	X		
	ORCID										
	e-mail	dwarrieche@gmail.com									
	e-mail										

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2025	03	12

Lenguaje: spa

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

Archivo(s):

<b>Nombre de archivo</b>
<b>NSUTTG_AMJL2025</b>

Alcance:

Espacial: Parque Nacional Mochima

Temporal: Año 2016

**Título o Grado asociado con el trabajo:**

Licenciado en Biología

**Nivel Asociado con el Trabajo:**

Licenciatura

**Área de Estudio:**

Ciencias

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

Universidad de Oriente

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



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CUN°0975

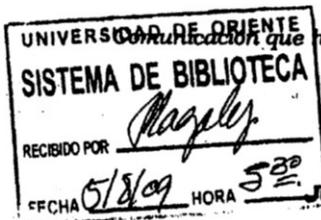
Cumaná, 04 AGO 2009

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"**.

Leído 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.

Cordialmente,

**JUAN A. BOLANOS CUNTELE**  
Secretario



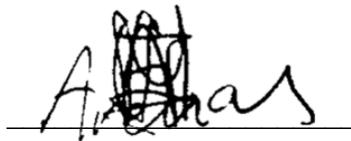
C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación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

JABC/YGC/marija

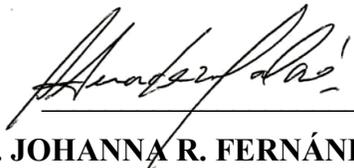
Apartado Correos 094 / Telfs: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumaná - Venezuela

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 grados son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y solo podrá ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Concejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Concejo Universitario, para su autorización”.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Arenas', written over a horizontal line.

**JOSÉ ARENAS  
AUTOR**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Johanna R. Fernández M.', written over a horizontal line.

**Dra. JOHANNA R. FERNÁNDEZ M.  
TUTOR**