



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS  
CARRERA DE BIOLOGÍA  
**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**Modalidad Artículo Académico**

Tema

Caracterización del zoobentos asociado a la macroalga *Padina durvillaei* en la zona intermareal rocosa de Barbasquillo, Manta-Ecuador, desde agosto 2021 a enero 2022.

Autor

Moreira Sornoza Laleshka  
Moreira Sornoza Ninoshka

Periodo 2022 – 2

Tutor: Blg. Quijije López Luber Javier Mg.

# CARACTERIZACIÓN DEL ZOOBENTOS ASOCIADO A LA MACROALGA *Padina durvillaei* EN LA ZONA INTERMAREAL ROCOSA DE BARBASQUILLO, MANTA-ECUADOR, DESDE AGOSTO 2021 A ENERO 2022.

Moreira Sornoza Laleshka<sup>1</sup> Moreira Sornoza Ninoshka<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Carrera de Biología, Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

## RESUMEN

El zoobentos constituye un recurso valioso no solo por su importancia ecológica, sino también porque al encontrarse asociada a una macroalga ayuda a mejorar la calidad del agua. Estos organismos generan beneficios en la salud del ecosistema acuático, transforman los nutrientes y regulan el sedimento. El objetivo de la investigación, fue caracterizar patrones de abundancia y diversidad del zoobentos asociado a la macroalga *Padina durvillaei* presente en la zona intermareal rocosa costera de la playa Barbasquillo. Se tomaron muestras de macroalgas dos veces al mes durante la bajamar. La recolección se realizó utilizando un transecto de 5 x 10 m y dentro de esto se le colocaron 5 cuadrantes de 1m<sup>2</sup> colocados en puntos específicos. No se evidenció una relación estadísticamente significativa ( $P > 0.05$ ) entre la temperatura-abundancia ( $P = 0.442$  (H')) y el pH-abundancia ( $P = 0.572$  (H')) así mismo la relación entre temperatura-diversidad ( $P = 0.485$  (D)); ( $P = 0.312$  (Dmg)) y el pH-diversidad (( $P = 0.508$  (D)); ( $P = 0.787$  (Dmg))) entre del zoobentos respectivamente. Se identificaron 3362 organismos formados en 17 familias, 5 Phylum, entre los que destacan los moluscos, artrópodos, anélidos, platelmintos y equinodermos. Los Moluscos fueron el taxón más abundante (52,83%) en la zona de estudio, representados por la especie *Mitra inca* (26,15%) seguido de *Cerithium lutosum* (20,40%). Los valores promedios del índice de Shannon (1,13 H') y Simpson reflejan una diversidad y abundancia baja (0,18D). El índice de Margalef evidenció una baja riqueza (1,13 Dmg). Los resultados obtenidos indican una baja diversidad y abundancia de zoobentos asociados a la macroalga, contribuyendo al conocimiento de la biodiversidad bentónica de la zona.

**Palabras clave:** Abundancia, Diversidad, *Hyalella azteca*, pH, Temperatura.

## ABSTRACT

Zoobenthos are a valuable resource not only because of their ecological importance, but also because being associated with a macroalga helps improve water quality. These organisms generate health benefits in the aquatic ecosystem, transform nutrients and regulate sediment. The objective of the research was to characterize patterns of abundance and diversity of the zoobentos associated with the macroalga *Padina durvillaei* present in the rocky intertidal coastal area of Barbasquillo beach. Macroalgae samples were taken twice a month during low tide. The collection was made using a transect of 5 x 10 m and within these 5 quadrants of 1m<sup>2</sup> were placed in specific points. There was no statistically significant relationship ( $P > 0.05$ ) between temperature-abundance ( $P = 0.442$  (H)) and pH-abundance ( $P = 0.572$  (H)) and the temperature-diversity relationship ( $P = 0.485$  (D)); ( $P = 0.312$  (Dmg)) and pH-diversity (( $P = 0.508$  (D)); ( $P = 0.787$  (Dmg))) between the zoobenthos respectively. We identified 3362 organisms formed in 17 families, 5 Phylum, among which molluscs, arthropods, annelids, platelmints and echinoderms. Molluscs were the most abundant taxon (52.83%) in the study area, represented by the species *Mitra inca* (26.15%) followed by *Cerithium lutosum* (20.40%). The average values of the Shannon index (1.13 H) and Simpson index reflect low diversity and abundance (0.18D). The Margalef index showed low wealth (1.13 Dmg). The results indicate a low diversity and abundance of zoobenthos associated with macroalga, contributing to the knowledge of benthic biodiversity in the area.

**Keywords:** Abundance, Diversity, *Hyalella azteca*, pH, Temperature.

## 1. Introducción

Las comunidades de macrófitos son organismos vegetales fundamentales en los ecosistemas del medio acuático, se caracterizan principalmente por encontrarse en los paisajes rocosos inter y submareales de nuestro planeta (Liuzzi, 2010; Donayre, 2018). La mayor parte de la biodiversidad marina es residente de los ecosistemas costeros ubicados en la franja litoral entre los 0 y 30 m de profundidad (Fernández M. et al, 2000; Espinoza., et al, 2021). Sin embargo, hasta la fecha, son escasos los estudios que se han enfocado en caracterizar la fauna zoobentónica asociada a la *P. durvillei* en el Ecuador (María González, 2021).

Los Ambientes intermareales y submareales someros de fondos duros están dominados por asociaciones de algas café de los órdenes Laminariales, Durvillaeales, Dictyotales y Fucales (Dayton 1985, Vásquez 1992). Estos ambientes constituyen zonas de alta productividad y albergan una importante diversidad y abundancia de micro y macroinvertebrados (Moreno & Jara, 1984; Dayton, 1985; Nuñez & Vásquez, 1987; Vásquez & Buschmann, 1997; Vásquez.,et al, 2001; Espinosa., et al, 2021; Arbaiza., et al,2021).

El zoobentos es un grupo de organismos animales que habitan en el fondo de los cuerpos de agua, como ríos, lagos, mares y océanos (Juan Pérez ,2019; Wetzel & Likens, 2000). El zoobentos se compone de una amplia variedad de organismos, incluyendo macroinvertebrados como insectos acuáticos, moluscos, crustáceos y gusanos, así como microinvertebrados como ácaros, nematodos y rotíferos (Bilotta et al., 2017). Según Wetzel y Likens (2000), estos organismos son importantes para la ecología de los cuerpos de agua, ya que ayudan a descomponer la materia orgánica y son una fuente de alimento para otros organismos. Además, el zoobentos juega un papel importante en la determinación de la calidad del agua, la salud del ecosistema acuático, la transformación de nutrientes y la regulación del sedimento (Balian et al.,2008; Borja et al., 2014; Fernández-Aláez et al., 2017; Juan Pérez ,2019; Wetzel & Likens, 2000).

El Ecuador es uno de los países con mayor diversidad de algas, pudiéndose encontrar en todas las zonas costeras del perfil ecuatoriano (González, G. S.,2014) , a esto se suma, que las comunidades faunísticas asociadas a macroalgas son indicadores biológicos de los estados de conservación o la calidad de ecosistemas (Koop & Griffiths, 1982; McLachlan, 1983; Gamboa et al., 2008), que presenta la zona rocosa de Barbasquillo , esta atractiva y hermosa playa se distingue por su suave oleaje, por sus transparentes aguas , una arena muy fina color gris, también cuenta con una extensión de arena de aproximadamente 159 m de largo y 20 m de ancho, además de una plataforma rocosa de

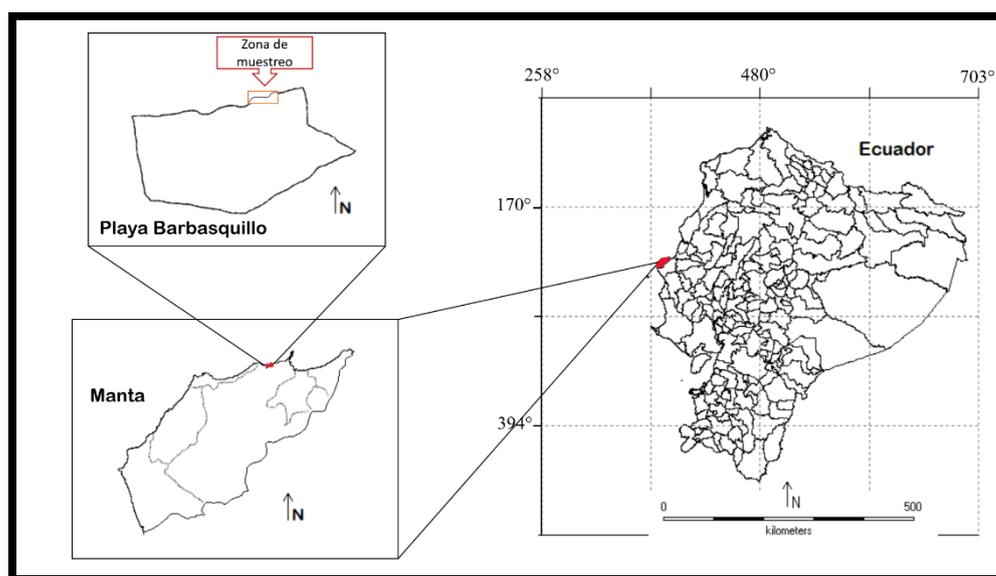
aproximadamente 100 m de largo y 30 m de ancho.

En el Ecuador existen muy pocos estudios sobre las especies de macroalgas que residen en nuestras costas, en especial en la zona de Barbasquillo perteneciente a las costas de Manta en Manabí. De esta manera, se evidencia la necesidad imperiosa de generar el levantamiento de una línea base que contenga la diversidad y la identificación de los organismos registrados en la zona de antes descrita, y que pueda representar una valiosa oportunidad de entender el funcionamiento del ecosistema. Por consiguiente, se pretende caracterizar el zoobentos asociado a la macroalga *Padina durvillaei* existente en la zona costera de Barbasquillo, en la ciudad de Manta con el fin de contribuir en el mediano y largo plazo con un plan de manejo ambiental en el litoral costero ecuatoriano que aporte a nuevas líneas de investigación para el país, consolidando la gestión y conservación de los recursos naturales.

## 2. Metodología

### 2.1. Zona de estudio

El muestreo se realizó durante el periodo comprendido en los meses de agosto 2021 a enero 2022, en la zona intermareal rocosa de la playa de Barbasquillo (Latitud de  $0^{\circ}56'35''S$  y Longitud de  $80^{\circ}45'11''W$ ). Ubicada al sur de la ciudad de Manta, en la provincia de Manabí con una extensión aproximadamente de 490,14 m de playa, presenta un clima tropical que varía entre los 25 a 29°C (Ecostravel,2020). Barbasquillo, presenta una amplia plataforma rocosa de más de 100m. Con oleajes muy fuertes (Chillan y Ortega, 2012).



**Fig.1** Mapa de la zona de estudio (Barbasquillo) realizado por las autoras con el software DIVA-GIS.

Las comunidades de macrófitos en esta área por lo general están dominadas por *Padina durvillaei* y se pueden encontrar un gran parche de algas alrededor de costa de Barbasquillo en temporadas frías y su abundancia disminuye un poco en épocas de calor (Com. Personal), lo que ayuda a general el hábitat ideal para una diversidad de organismos zoobentónicos.



**Fig. 2.** Acumulación de algas *P. durvillaei* en la zona de Estudios (septiembre 2021).

## 2.2. Fase de Campo

Los muestreos se realizaban 2 veces al mes, coincidiendo con el horario de la primera bajamar del día, con un muestreo de manera cuantitativa, es decir que se llevara a cabo la recolección de las muestras aleatorias y su respectivo análisis.

En cada muestreo de la zona se recolectaron las macroalgas utilizando un transecto de 10 metros de largo a la costa y 5 metros horizontales a la costa, dentro del cual se encontraban 5 cuadrantes de 1m<sup>2</sup>c/u colocados en puntos estratégicos. Se recolectaron 10 muestras por cada cuadrante obteniendo así un total de 50 muestras cada 15 días (Mostacedo y Fredericksen,2000). El muestreo era realizado en el mismo lugar durante toda la fase de estudio, ayudados con el sistema de localización establecido en nuestros celulares.



**Fig. 3.** Ubicación y medidas de la transecta.



**Fig. 4.** Ubicación referencial de los cuadrantes.

Las muestras eran guardadas en recipientes plásticos los cuales estaban etiquetados y se conservaban con formalina al 4% y buferado con tetraborato de sodio para su posterior análisis en el laboratorio (Arroyo, 2002; Riera et al. 2012). Los parámetros ambientales que se consideraron fueron temperatura y pH (escala NBS), siendo registrados con la ayuda de un multiparámetro marca Apera Instruments, PC 60.

### 2.3. Fase de laboratorio

Para la caracterización del zoobentos lo primero que se realizó fue separar cada organismo asociado a la macroalga con la ayuda de pinzas y agujas quirúrgicas, para su identificación, los organismos fueron clasificados hasta el taxón más bajo posible, permitiendo la cuantificación total de la fauna presente en las muestras. Los especímenes fueron identificados a nivel de Especie, esto con ayuda de claves taxonómicas como la guía de Anélidos marinos de México y América Tropical tomo I (de León-González, 2021) II (Salazar-Vallejo, 1867) y III (Fitzhugh, 1825); Guía práctica para la identificación de familias de poliquetos (Del pilar ruso, Y., 2013); Guía ilustrada para la identificación de las familias y los géneros de los anfípodos del suborden gammaridea de la Península Ibérica (Ortiz y A. Jimeno, M., 2001); Guía de Anomuros, Bivalvos, Quitones, Gasterópodos, Equinodermos, Cangrejos y Estomatópodos de la FAO (Fischer et al., 1995), Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Volumen I (Fischer et al., 1995), y la guía de plantas e invertebrados de la FAO (Fischer et al., 1995). En el microscopio se observó las muestras en el lente de (4x -10x) y se tomaron fotos de los especímenes con ayuda de una cámara digital, esto facilitó la identificación.

### 2.4. Análisis de datos

Los datos se procesaron con los estadísticos del índice de Shannon (Shannon y Weaver, 1949) utilizados para cuantificar la biodiversidad específica (1).

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i \quad \mathbf{1.}$$

Dónde: **S**= número de especies (la riqueza de especies), **P<sub>i</sub>**= proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie *i*); **N<sub>i</sub>/N**, **n<sub>i</sub>**= número de individuos de la especie *i*, **N**= número de todos los individuos de todas las especies

Mediante el índice de Simpson (2) que es un índice de dominancia más que de diversidad y representa la probabilidad de que dos individuos escogidos al azar pertenezcan a la misma especie (Moreno 2001). Su inverso se considera como un buen indicador de diversidad (Feinsinger 2004).

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \quad \mathbf{2.}$$

Dónde: **S**= es el número de especies, **N**= es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas), **n**= es el número de ejemplares por especie.

Potencia biótica (3) es una fórmula que se aplica para observar cual es el patrón de crecimiento en la zona de estudio.

$$Pt = PO(1 + r)t \quad \mathbf{3.}$$

Dónde: **PO**= tamaño de la población en el tiempo “o” (inicial), **Pt**= tamaño de la población en el tiempo posterior “t” (final).

El Índice de Correlación de Pearson, permite establecer el grado de similitud o diferencias que pueden tener las variables en estudio (Restrepo B, 2007).

La prueba t student para muestras relacionadas permitirá aceptar o rechazar las Hipótesis correspondiente:

H<sub>0</sub>: ⇒ La abundancia y diversidad del zoobentos no se relaciona con el pH y temperatura en el tiempo de estudio.

H<sub>1</sub>: ⇒ La abundancia y diversidad del zoobentos se relaciona con el pH y temperatura en el tiempo de estudio.

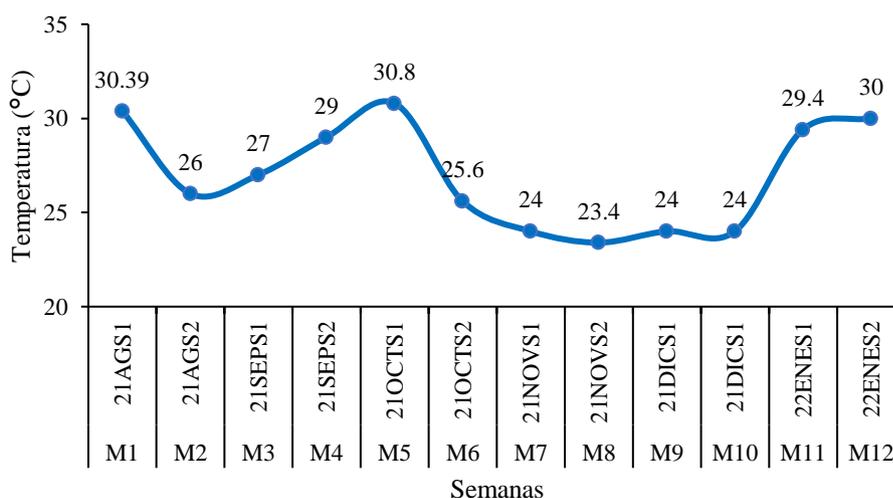
Para verificar la riqueza y diversidad en la zona de estudio se aplicaron Índices de Shannon, Simpson y Margalef esperando el mejor ajuste de los datos, optando por los resultados brindados por el índice de Margalef el cual nos permite observar la relación entre el número de especies y el número de individuos obtenidos de las muestras, mientras que los otros dos índices solo nos permite obtener datos con grados

de incertidumbre al predecir a que especie pertenece uno o dos individuos escogidos al azar, existiendo una gran probabilidad que los datos seas menores por los grados de fallo que existe (Moreno Claudia, 2001).

### 3. Resultados

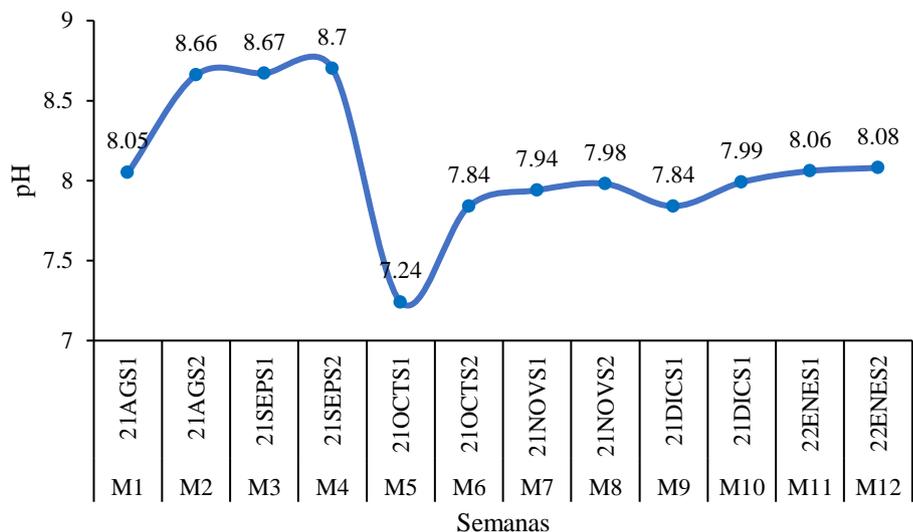
#### 3.1 Parámetros Físico-Químicos

Durante el período de muestreo se observó un promedio de la temperatura superficial del mar de 26,97°C (23,4 °C a 30,8 °C), manteniendo una variabilidad térmica semanal, sin embargo, registró promedio de pulsos variables de hasta 6 grados de diferencias en los meses de noviembre 2021 (23,7°C) y diciembre 2021 (24°C), mientras, que en los meses de agosto a octubre del 2021 y enero del 2022 la temperatura promedio oscilaba entre los 28°C a 29°C (**Fig. 5**).



**Fig. 5.** Temperatura superficial del mar en la zona intermareal rocosa de Barbasquillo durante agosto 2021- enero 2022.

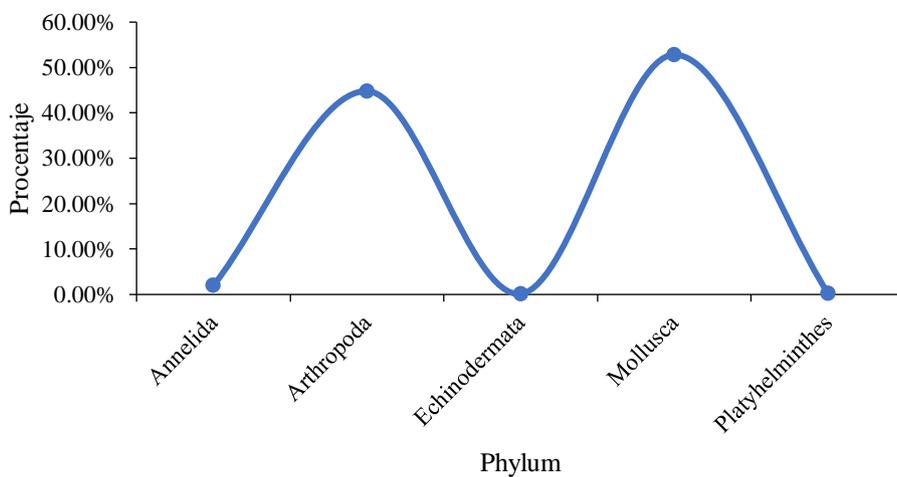
Los valores del pH presentaron un rango promedio de 8,08 NBS, observándose que en el monitoreo (M5) correspondiente a octubre se registra un valor mínimo de 7,24 y un máximo en septiembre (M4) de 8,70. Esto muestra condiciones sostenidas de normalidad en la zona de estudio (**Fig. 6**).



**Fig. 6.** Variaciones de pH en la zona intermareal rocosa de Barbasquillo durante agosto 2021- enero 2022.  
M=monitoreo

### 3.2. Composición del Zoobentos

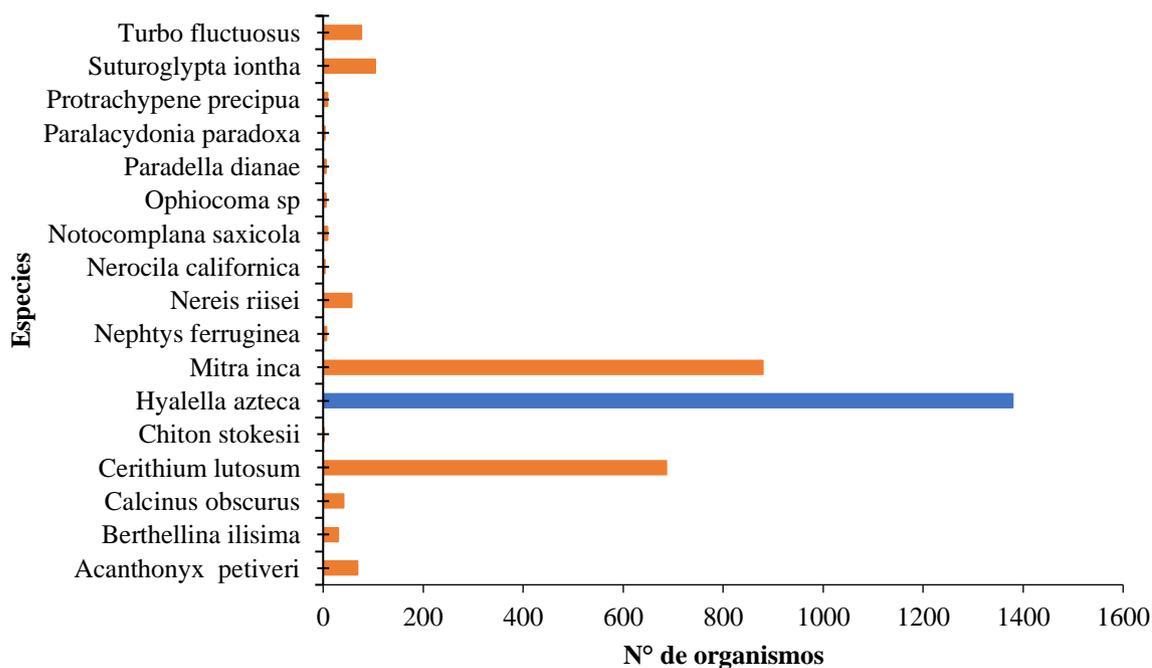
Se identificaron un total de 3362 individuos, conformados en 17 Familias pertenecientes a 05 phylum: Mollusca (52,83%) con 6 especies, Arthropoda (44,79%) con 6 especies, Annelida (1,96%) con 3 especies, Platyherlminthes (0,27%) con 1 especie y los Echinodermata (0,15%) con 1 especie (**Tabla 1; Fig. 7**).



**Fig. 7.** Porcentaje total de organismos por Phylum

### 3.2 Abundancia del Zoobentos

Mediante el análisis por semana de muestreo se puede visualizar que la abundancia de especies en Barbasquillo tanto para el 2021 como el 2022 fue liderada por la especie *Hyalella azteca* perteneciente al phylum Artrópoda con un total de 1379 individuos (41,02%) (**Tabla 1; Fig. 8**). Se observaron períodos de mayor abundancia de Anfípodos en los meses de agosto, septiembre y octubre y una menor abundancia en noviembre, diciembre y enero, al ser la única especie que se encontró en todos de los monitores se logró obtener una potencia biótica de 14,45%.



**Fig. 8.** Especie más representativa dentro de la zona de estudio (color azul).

La especie representativa por parte del phylum Mollusca fue: *Mitra inca* cuyo rango de contribución fue del (26,15%) seguida de *Cerithium lutosum* con (20,40%) (tabla 1), las demás especies de este phylum fueron menos abundantes tales como la *Turbo fluctuosus*, *Suturoglypta iontha*, *Berthellina ilisima* y *Chiton stokesii*.

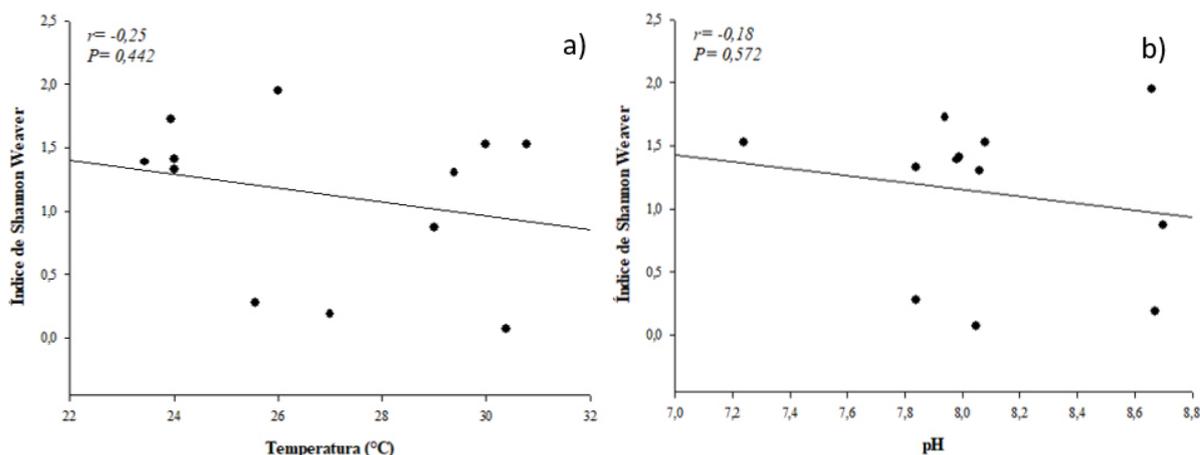
En el phylum Annelida la especie más representativa fue *Nereis riisei* con un total de 57 organismos, mientras que los phylum Platyhelminthes y Echinodermata solo contaron con 1 especie cada uno *Notocomplana saxicola* con 9 organismos y *Ophiocoma sp* con 5 organismos (**Tabla 1**).

**Tabla. 1.** Tabla de registro de organismos encontrados en zona intermareal rocosa de Barbasquillo durante agosto 2021- enero 2022

PHYLUM	TAXAS		ABUNDANCIA	
	FAMILIA	ESPECIE	ABSOLUTA (No.)	RELATIVA (%)
MOLLUSCA	Turbinidae	<i>Turbo fluctuosus</i>	76	2,26
	Columbellidae	<i>Suturoglypta iontha</i>	104	3,09
	Mitridae	<i>Mitra inca</i>	879	26,15
	Cerithiidae	<i>Cerithium lutosum</i>	686	20,40
	Pleurobranchidae	<i>Berthellina ilisima</i>	30	0,89
	Leptochitonidae	<i>Chiton stokesii</i>	1	0,03
ARTHROPODA	Hialélidos	<i>Hyalella azteca</i>	1379	41,02
	Sphaeromatidae	<i>Paradella diana</i>	5	0,15
	Epiplatidae	<i>Acanthonyx petiveri</i>	69	2,05
	Cymothoidae	<i>Nerocila californica</i>	3	0,09
	Calcinidae	<i>Calcinus obscurus</i>	41	1,22
	Penaeidae	<i>Protrachypene precipua</i>	9	0,27
ECHINODERMATA	Ophiidermatidae	<i>Ophiocoma sp</i>	5	0,15
ANNELIDA	Paralacydoniidae	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	3	0,09
	Nephtyidae	<i>Nephtys ferruginea</i>	6	0,18
	Nereididae	<i>Nereis riisei</i>	57	1,70
PLATYHELMINTHES	Notocomplanidae	<i>Notocomplana saxicola</i>	9	0,27
<b>TOTAL</b>			<b>3362</b>	<b>100</b>

### 3.3 Relación de la abundancia de zoobentos con los parámetros físico-químicos

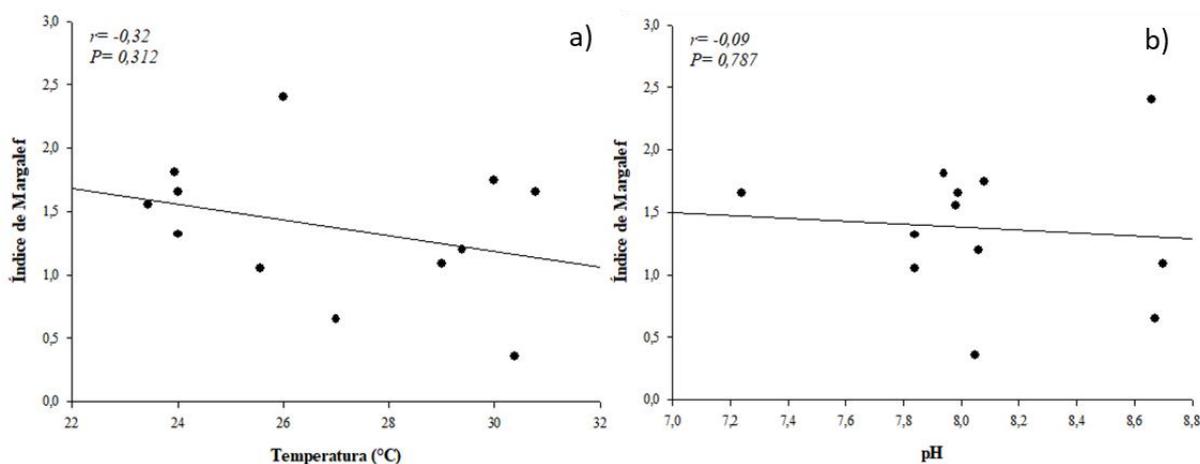
No se evidenció una correlación significativa entre la temperatura y la abundancia del zoobentos ( $r = -0,025$ ;  $P > 0,44$ ). Así mismo, la abundancia del zoobentos no evidenció una correlación significativa con el pH ( $r = -0,18$ ;  $P > 0,572$ ), confirmando así, que la temperatura y pH no tienen relación sobre la diversidad en la zona de estudio (**Fig. 9**).

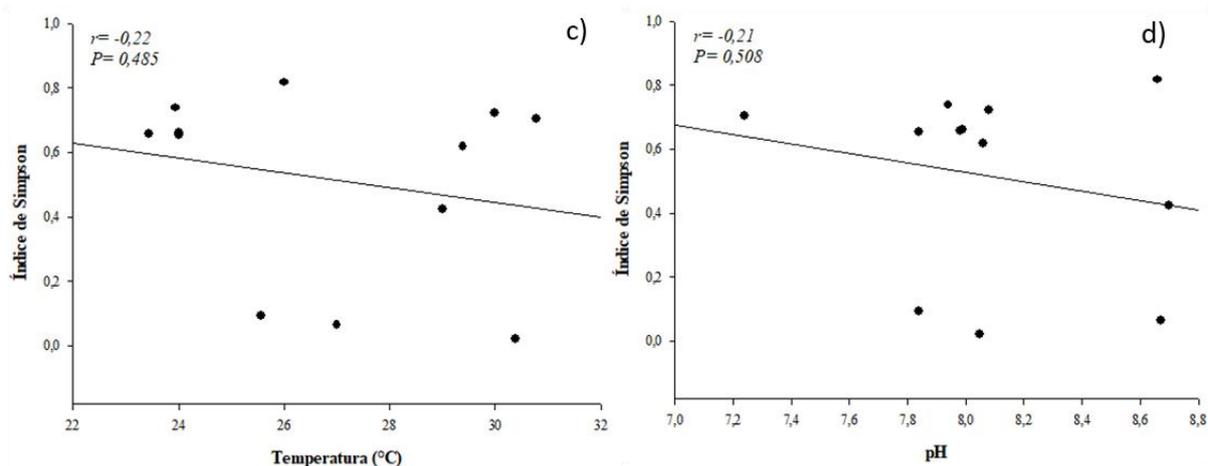


**Fig. 9. a)** Variación de temperatura con diversidad (Dmg); **b)** Variación de pH con diversidad (Dmg) del zoobentos en la zona intermareal rocosa de Barbasquillo durante los meses agosto 2021 -enero2022.

### 3.4 Relación de la diversidad de zoobentos con los parámetros físico-químicos

No se evidenció una correlación significativa entre la temperatura y la diversidad del zoobentos ( $r = -0,32$ ;  $P > 0,312$  (Dmg)) ( $r = -0,22$ ;  $P > 0,485$  (D)). Así mismo, la diversidad del zoobentos no evidenció una correlación significativa con el pH ( $r = -0,09$ ;  $P > 0,787$  (Dmg)) ( $r = -0,21$ ;  $P > 0,508$  (D)), confirmando así, que la temperatura y pH no tienen relación sobre la diversidad en la zona de estudio (**Fig.10**).

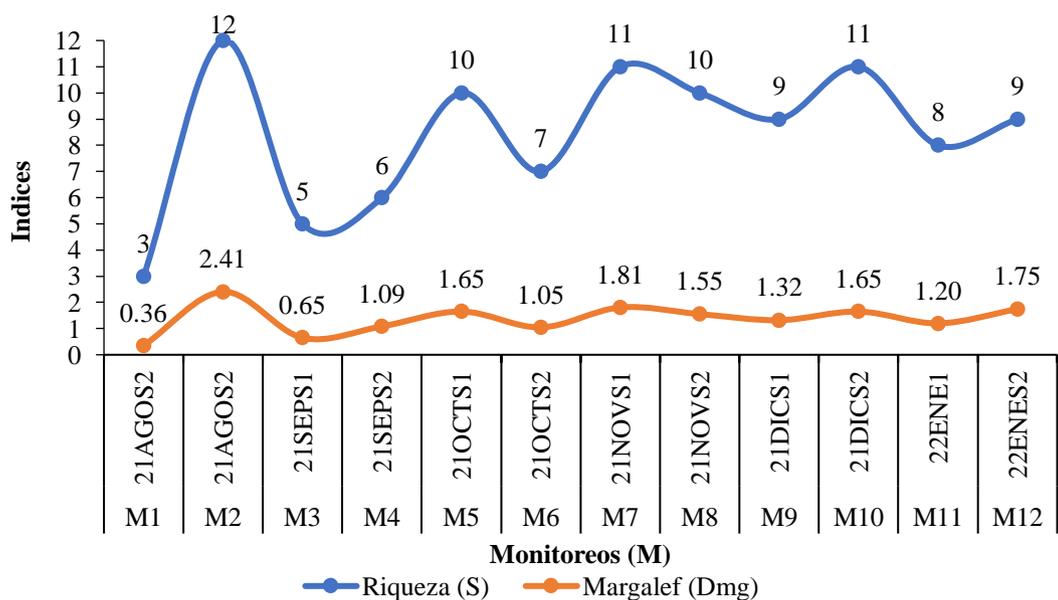




**Fig. 10. a)** Variación de temperatura con diversidad (*Dmg*); **b)** Variación de pH con diversidad (*Dmg*) **c)** Variación de temperatura con diversidad (*D*); **d)** Variación de pH con diversidad (*D*) del zoobentos en la zona intermareal rocosa de Barbasquillo durante los meses agosto 2021 -enero2022

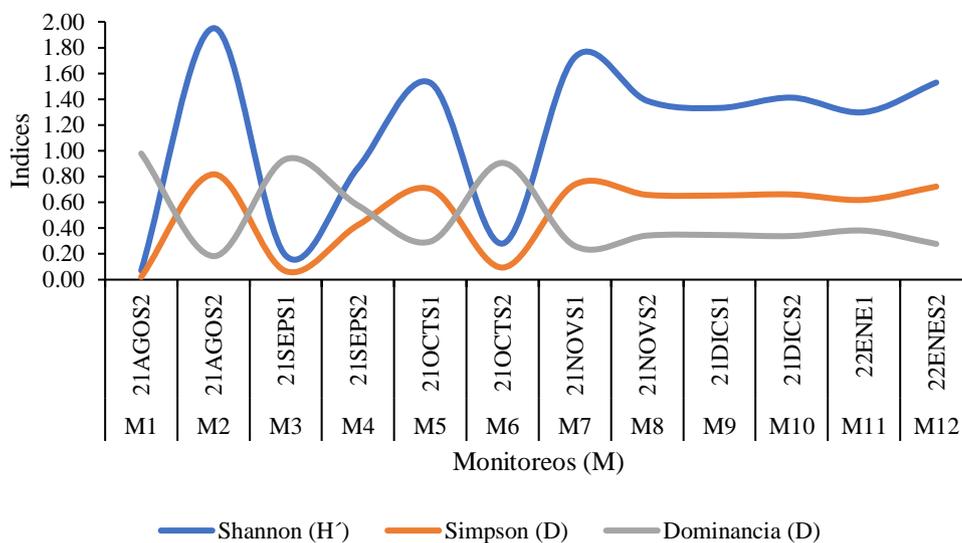
### 3.5 Riqueza

La riqueza (*S*) de especies varió entre el tiempo de estudio de 3 a 17 especies registradas, alcanzando el valor máximo de riqueza en el segundo muestreo realizado en el mes de agosto de 2021 donde se obtuvieron cerca de 12(*S*) familias 2,40 (*Dmg*), mientras, la riqueza mínima se encontró en el primer muestreo con solo 3 (*S*) familias 0,33 (*Dmg*) respectivamente (**Fig. 11**).



**Fig. 11.** Riqueza de especies registradas en la zona intermareal rocosa de Barbasquillo durante los meses agosto 2021 -enero2022 (Margalef “*Dmg*”).

Por otro lado, los valores del índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) mostraron un promedio de 1,13 (0,07-1,95), demostrando una abundancia baja, igualmente, el índice de Simpson ( $D'$ ) mostró un promedio de diversidad baja de 0,51 (0,02-0,82) (**Fig. 12**). Por otra parte, el índice de Margalef tuvo un promedio de 1,13 (0,3-2,40) (**Fig. 10**). Demostrando que durante los meses de estudio existió abundancia y diversidad baja.



**Fig. 12.** Índices de diversidad registrados en la zona intermareal rocosa de Barbasquillo durante los meses agosto 2021 -enero2022

#### 4. Discusión

La zona costera de Barbasquillo presentó una temperatura promedio de 26,97°C durante el periodo de estudio, pero con una variabilidad de 6 °C (23,4 °C a 30,8 °C) (Fig. 5). Los meses de menor temperatura fueron noviembre a diciembre 2021 coincidiendo con épocas de lluvias, seguidos de un incremento en el mes de enero de 2022. Al respecto, según un estudio realizado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de Ecuador (INAMHI) y la revista científica "Atmósfera" por los autores Jaramillo, F., Guerrero, N. y García, F. (2015), se encontró que, durante la temporada de lluvias, la temperatura promedio en las zonas costeras de Ecuador es de alrededor de 25°C debido a la presencia de nubes y la mayor humedad relativa, además la temperatura en esta región está influenciada por factores como la corriente fría de Humboldt y el calentamiento superficial del mar en la región. Estos factores también tienen un impacto en la biodiversidad marina. El intervalo de temperaturas registrado en el presente estudio se asemeja a las condiciones generales de temperaturas reportadas por Ordoñez et al. (2017) quien describe el intervalo TSM promedio en la costa del Pacífico de Ecuador entre 20,6

°C y 28,2 °C durante el período de estudio, con una media de 25,8 °C. según Santos et al. (2016) la (ENSO, por sus siglas en inglés) afecta las temperaturas y la precipitación en Ecuador, siendo este un fenómeno climático que se produce en el Océano Pacífico y que puede afectar el clima en todo el mundo. Los resultados de este estudio sugieren que durante el evento de La Niña (una fase de la ENSO), las temperaturas en Ecuador pueden ser más bajas de lo normal, mientras que durante el evento de El Niño (otra fase de la ENSO), las temperaturas pueden ser más altas de lo normal. Además, la precipitación también puede ser afectada por estos eventos, lo que puede a su vez influir en las temperaturas.

El pH en la zona de estudio registró un promedio de 8,08 NBS, además, se evidencia en el mes de octubre un pulso descendente de 7,24 en la costa ecuatoriana. Con respecto a esto Boyd, P. W. (2018) reporta que los valores de pH en Ecuador oscilan entre 7.5 y 8.5, lo que lo convierte en ligeramente alcalino. Es evidente que Sánchez, M., et al. (2017) y Torres, F., et al. (2016), en los trabajos desarrollados en la playa El Murciélago y Tarqui, durante la temporada alta de turismo registran un pH entre 7.8 a 8.2. Sin embargo, el pH puede reflejar variaciones en sus valores, debido a la entrada de nutrientes, contaminantes de los ríos y estuarios que alteran las zonas costeras. Además, el fenómeno de El Niño, que es un evento climático recurrente en la región, puede afectar las condiciones del agua del mar y el potencial de hidrógeno, desencadenando posiblemente efectos significativos en los ecosistemas marinos. En el estudio de Molina, L. T. (2007), evaluó diferentes parámetros, incluyendo el pH, en cinco playas de Manta. Los resultados mostraron que la mayoría de las playas tenían valores de pH dentro del rango normal para el agua de mar (7.5 a 8.4). Sin embargo, se identificaron que algunas áreas cercanas a las desembocaduras de ríos y estuarios tenían valores más bajos que las áreas lejanas de estos puntos.

Los resultados del presente estudios muestran la presencia de 3362 organismos, distribuidos en 17 familias pertenecientes a 5 phylum, encontrados en muestras de macroalga *Padina durvillaei* presente en la zona intermareal rocosa. Entre las especies encontradas se incluyen crustáceos como cangrejos ermitaños y anfípodos, moluscos como caracoles y equinodermos como estrellas de mar. Autores como Raffaelli, D., & Harrington, E. (2002), Gutiérrez-Rodríguez et al. (2014), Cañarte et al. (2018) y Oliveira-Filho et al. (2018) señalan que la presencia del alga *P. durvillaei* proporciona hábitat y alimento para la comunidad zoobentónica, además, representa un nicho estructuralmente complejo que permite la presencia de una gran variedad de especies y sugieren que la eliminación de la misma, podría generar un impacto negativo en la diversidad y la estructura de la comunidad bentónica asociada.

La diversidad de organismos encontrados durante los meses de estudio fue de 17 familias de las cuales

los crustáceos y los moluscos fueron los grupos taxonómicos más diversos en la comunidad del zoobentos (**Fig.7**) durante todos los meses de muestreo. El phylum molusco al igual que el phylum artrópoda presentaron una diversidad total de 6 familias cada uno. Al respecto Cañarte et al. (2018), en la costa de la provincia de Santa Elena, Ecuador, encontró una alta diversidad de especies zoobentónicas asociadas a la *Padina durvillaei* identificando un total de 35 especies de organismos bentónicos. Por su parte Gutiérrez-Rodríguez et al. (2014) en su investigación encontró una diversidad de zoobentos muy alta, con un total de 117 especies identificadas. Además, los crustáceos y los moluscos fueron los grupos taxonómicos más diversos en la comunidad. Así mismo un estudio realizado por Oliveira-Filho et al. (2018) en Brasil, se encontraron que la diversidad de zoobentos fue muy alta, con un total de 139 especies identificadas. Los crustáceos y los moluscos también fueron los grupos taxonómicos más diversos en la comunidad de zoobentos.

En cuanto a la abundancia de organismos también fue liderada por los phylum molusca con un total de 1776 y el phylum artrópoda con un total de 1506 de los cuales 1306 organismos pertenecen únicamente la especie *Hyaella azteca* siendo la más abundante durante los meses de estudios. Es evidente que Cedeño, D. A., y Zambrano, M. A. (2018) en el trabajo ejecutado en la costa del Parque Nacional Machalilla en la provincia costera de Manabí en Ecuador, encontró que la abundancia de la comunidad de zoobentos estaba compuesta principalmente por moluscos y crustáceos. Por su parte Gutiérrez-Rodríguez et al. (2014) encontró que los crustáceos y los moluscos fueron los grupos taxonómicos más abundantes en la comunidad.

En cuanto a la relación entre diversidad y pH, no se logró encontrar una correlación significativa ( $r = -0.09$ ;  $p > 0,787$ ) entre las variables en el presente estudio. Por su parte Díaz et al., (2015) en los humedales costeros en el sur de Chile, encontró que la diversidad de la fauna bentónica no estaba relacionada ( $r = -0.09$ ,  $p > 0.05$ ) con los niveles de pH del agua. De manera similar un estudio realizado por Gómez-Gutiérrez et al. (2012) en San Ignacio, Baja California Sur, México, encontró que la diversidad de zoobentos no estaba relacionada ( $r = -0,12$ ;  $p = 0,67$ ) con los niveles de pH. Los resultados indicaron que, aunque los niveles de pH variaron, esto no tuvo un efecto significativo en la diversidad de zoobentos, pues sugieren que los niveles de pH no son un factor determinante en la diversidad de zoobentos. Sin embargo, existe trabajos como el de Alvarez et al. (2018) en playas arenosas del Golfo de México donde registra que la diversidad de zoobentos estaba relacionada ( $r = 0.54-0.71$ ,  $p < 0.05$ ) con los niveles de pH del agua. De manera similar Mendoza-Pérez et al. (2016) en playas del Pacífico central de Panamá también registro que la diversidad de zoobentos estaba relacionada ( $r = 0.61-0.74$ ,  $p$

< 0.05) con los niveles de pH. En los estudios se encontró que, en playas con niveles más altos de pH, la diversidad de zoobentos (37 especies) era mayor que con niveles más bajos (4 especies).

En el presente estudio tampoco se logró encontrar una correlación significativa ( $r = -0.32$ ,  $p > 0.312$ ) entre la diversidad y temperatura. De manera similar Torres et al. (2015), en su estudio que se llevó a cabo en una playa del estado de Sucre, en Venezuela, revelaron que, aunque la temperatura del agua variaba significativamente entre las playas, la diversidad de zoobentos no mostraba una correlación ( $r = -0.03$ ,  $p > 0.05$ ) con este parámetro físico. Además, Ruiz et al. (2014) examinó que la diversidad de zoobentos en la playa de la Península de Paraguaná, en Venezuela, no se correlacionaba ( $r = 0.02$ ,  $p > 0.05$ ) con estos niveles. Sin embargo, Siqueiros-Beltrones et al. (2015), evaluó aguas del Golfo de California, encontrando una correlación positiva débil ( $r = 0.26$ ,  $p < 0.05$ ) entre la diversidad y los niveles de temperatura superficial del agua de mar. Los autores sugieren que esto puede deberse a la influencia de la temperatura en la productividad primaria y la disponibilidad de alimentos para la fauna bentónica.

En cuanto a la relación entre abundancia y pH tampoco se encontró una correlación significativa ( $r = -0.18$ ;  $P > 0.572$ ) entre las variables en el presente estudio. Por su parte Guevara and Páez-Rosas (2015), en su estudio en el estuario del río Guayas, en Ecuador encontró que la abundancia de zoobentos no estaba relacionada ( $r = 0.05$ ,  $p > 0.05$ ) con los niveles de pH. De manera similar los estudios Cervantes-Duarte et al. (2013) realizado en la bahía de Mazatlán, encontró que la abundancia de zoobentos no estaba relacionada ( $r = -0.07$ ,  $p > 0.05$ ) con los niveles de pH, sino más bien con la presencia de sedimentos en el fondo. Los autores sugieren que la presencia de sedimentos puede actuar como un refugio para los organismos, protegiéndolos de los cambios en los niveles de pH y otros factores ambientales. Sin embargo, existen autores como Alvarez-Filip et al. (2009) que desarrolló una investigación en el Golfo de Salamanca, en el Caribe colombiano, los resultados mostraron que la abundancia correlacionada significativamente con los niveles de pH del agua ( $r = 0.26$ ,  $p < 0.05$ ). Además (Rojas et al., 2012), en su estudio en dos playas del Parque Nacional Morrocoy en Venezuela, los resultados mostraron que la abundancia bentónica estaba significativamente correlacionada con los niveles de pH del agua ( $r = 0.64$ ,  $p < 0.05$ ) lo que sugiere que este factor puede ser importantes para mantener la diversidad y la abundancia de los organismos en el ecosistema marino.

Se evidencia una correlación positiva débil ( $r = -0.025$ ) entre la abundancia con la temperatura, pero no significativa ( $P > 0.442$ ). De manera similar Hernández-Almeida et al., (2012), en su estudio en la zona intermareal de playa Blanca, Isla Barú, Caribe colombiano, encontró que la temperatura no estaba significativamente relacionada ( $r = -0.14$ ,  $p > 0.05$ ) con la abundancia de zoobentos. Por su parte

Zavala-Hidalgo et al. (2015), en el estudio en la playa El Silencio, Perú, mostro que tampoco había una correlación significativa entre la abundancia y la temperatura del agua ( $r = -0.17$ ,  $p > 0.05$ ). Sin embargo, otro estudio realizado por Arroyave et al. (2015) en la playa Don Jacinto, Colombia encontró que la temperatura estaba significativamente ( $r = 0.57$ ,  $p < 0.05$ ) relacionada con la abundancia de zoobentos en esta playa, al igual que Vilorio et al. (2017) en dos playas del Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano, también encontró que la temperatura estaba significativamente relacionada con la abundancia ( $r = 0.45$ ,  $p < 0.05$ ). En general, estos hallazgos sugieren que la relación entre la temperatura y la abundancia de zoobentos en las playas en Colombia puede ser variable y depende de múltiples factores ambientales. Es importante considerar estos factores ambientales al evaluar la salud de los ecosistemas marino.

El presente estudio ha permitido obtener una caracterización detallada de la fauna zoobentónica asociada a la macroalga *Padina durvillaei* en la zona costera de Barbasquillo. Los resultados obtenidos indican una baja diversidad de zoobentos asociados a la macroalga, contribuyendo al conocimiento de la biodiversidad bentónica de la zona. En este sentido, la información obtenida puede ser de utilidad para diseñar estrategias de conservación y manejo adecuadas en la zona costera ecuatoriana.

### **Agradecimientos**

Nuestra gratitud al Blg. Jesús Briones y Blg. Daniel Tóala, por sus contribuciones en los análisis estadísticos de los datos. Al Blg. Javier Quijije por facilitarnos su casa para el procesamiento de las muestras en la época de pandemia. Finalmente queremos expresar nuestra más sincera gratitud a los compañeros Grislayne Muñoz, Tahis Bermúdez, Fátima Cedeño y Anthony Barre por colaborar en la identificación de los organismos encontrados.

### Literatura citada

- Alvarez, C., Pérez-Castañeda, R., Flores-Ortega, J. R., & Torres-Orozco, R. E. (2018). Variación espacial y temporal de la diversidad y densidad del zoobentos en playas arenosas del Golfo de México y su relación con variables fisicoquímicas. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 53(1), 27-37.
- Alvarez-Filip, L., Reyes-Bonilla, H., Calderon-Aguilera, L. E., & Rioja-Nieto, R. (2009). Environmental factors associated with macrobenthic community structure in the Gulf of Salamanca, Colombian Caribbean. *Revista de Biología Tropical*, 57(3), 643-657
- Arbaiza -Samuel J., Roberto Gil-García., Patricia Gil-Kodaka., Luis Pascual Merino Félix., Paquita Ramírez Díaz., Humberto Rivera Calle., Gunter Villena Sarmiento., Juan Zenón Resurrección Huertas. (2021). Diversificación acuícola hacia el cultivo de macroalgas. *Cetmar.org*.
- Arroyave, C., Henao, J. A., & Echeverry-Galvis, M. Á. (2015). Variación espacio-temporal de la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la playa Don Jacinto, Colombia. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 50(2), 331-341.
- Balian, E. V., Segers, H., Lévêque, C., & Martens, K. (2008). The freshwater animal diversity assessment: an overview of the results. *Hydrobiologia*, 595(1), 627-637.
- Bilotta, G.S., Grove, M.K., & Harrison, C.D. (2017). The importance of benthic-pelagic coupling for marine ecosystem functioning in a changing world. *Hydrobiology*, 797(1), 13-24. doi: 10.1007/s10750-016-2861-1
- Borja, A., Dauer, D.M., & Grémare, A. (2014). The importance of the benthic habitat in coastal marine ecosystems. *Marine Ecology Progress Series*, 512, 277-282. doi: 10.3354/meps10944
- Boyd, P. W., Collins, S., Dupont, S., Fabricius, K., Gattuso, J. P., Havenhand, J., Hutchins, D. A., Riebesell, U., & Williamson, P. (2018). Experimental strategies to assess the biological ramifications of multiple drivers of global ocean change- a review. *Global change biology*, 24(6), 2239-2261.
- Cañarte, A. E., Rodríguez, A. B., & García, E. G. (2018). Estructura y diversidad de la comunidad zoobentónica asociada a la macroalga *Padina durvillei* en la costa de la provincia de Santa Elena, Ecuador. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 53(2), 307-316.
- Cedeño-Posso, D. A., & Zambrano-Monserrate, M. A. (2018). Diversity and abundance of macroinvertebrate benthos in Machalilla National Park, Ecuador. *Marine Biodiversity*, 48(2),

1035-1046.

- Cervantes-Duarte, R., Lizárraga-Partida, M. L., & de la Lanza-Espino, G. (2013). Benthic Macroinvertebrates from Bahía de Mazatlán, México: Density, Diversity and Association with Environmental Variables. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 90(3), 334-338.
- Dayton, P. (1985). Ecology of kelp communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 16(1985), 215–245.
- Díaz, M. F., Contreras, M., & Ojeda, J. F. (2015). Community structure of benthic macroinvertebrates in a coastal wetland system of southern Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 50(2), 317-328
- Donayre, S. (2018). Influencia de las praderas de Macroalgas Pardas en la composición de la biodiversidad marina Megabentónica en San Juan de Marcona [Tesis, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión].
- Espinosa-Antón, Adrian Alejandro, Hernández-Herrera, Rosalba Mireya, & González González, Mayelín. (2021). Potencial de las macroalgas marinas como bioestimulantes en la producción agrícola de Cuba. *Centro Agrícola*, 48(3), 81-92. Epub 01 de julio de 2021.
- Espinosa-Antón, Adrian Alejandro, Hernández-Herrera, Rosalba Mireya, & González González, Mayelín. (2021). Potencial de las macroalgas marinas como bioestimulantes en la producción agrícola de Cuba. *Centro Agrícola*, 48(3), 81-92. Epub 01 de julio de 2021.
- Fernández, Miriam, Jaramillo, Eduardo, Marquet, Pablo A, Moreno, Carlos A, Navarrete, Sergio A, Ojeda, F. Patricio, Valdovinos, Claudio R, & Vásquez, Julio A. (2000). Diversidad, dinámica y biogeografía de los ecosistemas bentónicos costeros chilenos: una visión general y lineamientos para la conservación. *Revista chilena de historia natural*, 73 (4), 797-830.
- Fernández-Aláez, M., Fernández-Costas, C., & Maneiro, I. (2017). The zoobenthos as a bioindicator of water quality in estuarine ecosystems: The case of the Ría de Ares-Betanzos (Galicia, NW Spain). *Ecological Indicators*, 82, 66-77. doi: 10.1016/j.ecolind.2017.06.041
- Gamboa, Maribet, Reyes, Rosa, & Arrivillaga, Jazzmin. (2008). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 48(2), 109-120.
- Gómez-Gutiérrez, J., Marinone, S. G., & Barjau-González, E. (2012). Zoobenthic diversity in a high-

nutrient, low-pH estuary in Baja California Sur, Mexico. *Journal of Sea Research*, 67(3), 94-101.

González, G. S. (2014). “Diversidad y abundancia de macroalgas en las zonas intermareales rocosas de las comunas montañita, la entrada y la rinconada, de noviembre 2013, abril 2014, provincia de Santa Elena”.

González, M. (2021): Centro de Investigación y Desarrollo Costero, Instituto Nacional de Pesca, Ecuador.

González-Ortegón, E., Cuesta, J. A., Drake, P., & Rodríguez, J. G. (2017). Benthic macroinvertebrate diversity and assemblage composition in a coastal lagoon system (Doñana National Park, SW Spain): Environmental and spatial influences. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 186, 235-247. doi: 10.1016/j.ecss.2017.01.006.

Guevara, M., & Páez-Rosas, D. (2015). Influence of Environmental Factors on the Abundance and Distribution of Benthic Macroinvertebrates in the Guayas River Estuary, Ecuador. *Environmental Engineering Science*, 32(10), 778-785

Gutiérrez-Rodríguez, C., Palacios-Salgado, D. S., & Vélez-Rubio, G. M. (2014). Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos asociados a la macroalga *Padina durvillei* en Bahía de Caráquez, Manabí, Ecuador. *Revista de Investigación Marina*, 21(3), 215-221.

Hernández-Almeida, I., Navas, G. R., & Hernández-Moreno, A. (2012). Composición y abundancia de la macrofauna en la zona intermareal de playa Blanca, Isla Barú, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 41(1), 47-65.

Jaramillo, F., Guerrero, N. y García, F. (2015). Estudio de las características climáticas en la región costa del Ecuador mediante la aplicación de técnicas estadísticas. *Atmósfera*, 28(4), 369-380.

Koop yCL Griffiths, K. (1982). The relative significance of bacteria, meio- and macrofauna on an exposed sandy beach.

Kruschel, C., Tassara, M. P., Sahade, R., & Schloss, I. R. (2019). Acidification effects on macroinvertebrate communities in Patagonian streams: a microcosm study. *Marine Ecology*, 40(1), e12512.

- Liuzzi, María Gabriela. (2010). Macroalgas bentónicas como sustrato y refugio de invertebrados marinos. (Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.).
- McLachlan, A. (1983). *Sandy Beach Ecology — A Review*.
- Mendoza-Pérez, G., Murillo-Pacheco, J., & Campos, J. E. (2016). Diversidad y distribución de macroinvertebrados bentónicos en playas del Pacífico central de Panamá. *Revista de Biología Tropical*, 64(2), 455-468.
- Molina, L. T. (2007). Coastal seawater pH and buffering capacity in an urban estuary in Ecuador. *Environmental Monitoring and Assessment*, 131(1-3), 131-142.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Moreno, CA & HF. Jara. 1984. Ecological studies on fish fauna associated with *Macrocystis pyrifera* belts in the south of Fuegian Islands, Chile. *Marine Ecology Progress Series* 15: 99-107.
- Núñez, L y J. Vásquez. 1987. Observaciones tróficas y de distribución espacial de peces asociados a un bosque submareal de *lessonia trabeculana*. *Estud. Oceanol.* 6:79-85.
- Oliveira-Filho, E. C., Fernandes, E. O., & Tavares, M. (2018). Structure and composition of a benthic macroinvertebrate community associated with the seaweed *Padina durvillei* (Dictyotales: Dictyotaceae) in an intertidal rocky shore in southeastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 98(4), 753-762.
- Ordoñez, A., Andrade, M., & Chirinos, L. (2017). Temporal variability and trends of sea surface temperature in the Pacific coast of Ecuador. *Journal of Coastal Research*, 75(sp1), 589-593.
- Pereira, R. S., Lobo, F. L., & Callisto, M. (2019). Habitat heterogeneity and land use changes as drivers of zoobenthic diversity in a neotropical river basin. *Hydrobiologia*, 837(1), 25-40. doi: 10.1007/s10750-019-03913-1.
- Pérez, J. (2019): Departamento de Biología Marina, Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Pérez-Ruzafa, Á., Marcos, C., Pérez-Ruzafa, I. M., & Pujol-Alcol, R. (2005). Assemblages of molluscs and crustaceans associated with a Mediterranean sublittoral seaweed community: a multiscale approach. *Scientia Marina*, 69(Suppl. 2), 159-170.

- Raffaelli, D., & Harrington, E. (2002). The role of *Padina pavonica* (L.) Thivy as a habitat and food resource in intertidal rock pools. *Marine Ecology Progress Series*, 243, 217-225.
- Rojas, R., Viña, G., García, M., & León, R. (2012). Composición y estructura de la macrofauna de las playas Caracol y Puerto Azul, Parque Nacional Morrocoy, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 60(3), 1061-1075.
- Rossi, L., Manca, M., Laini, A., & Basset, A. (2018). Temporal variation of benthic macroinvertebrates in a high altitude Alpine lake: The role of environmental factors. *Science of The Total Environment*, 610-611, 644-652. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.08.185.
- Ruiz, L. J., Leal, J., García, E. A., & García, M. E. (2014). Diversidad de macroinvertebrados bentónicos en una playa de la Península de Paraguaná, Venezuela. *Intropica*, 9(1), 37-44
- Sánchez, M., Cabrera, C., & Mora, E. (2017). Monitoreo de la calidad del agua de mar en la playa El Murciélago, Manta, Ecuador. *Revista de Investigación Académica*, 19, 1-14.
- Siqueiros-Beltrones, D. A., Aragón-Noriega, E. A., Lluch-Cota, S. E., & Arreguín-Sánchez, F. (2015). Coastal and marine biodiversity of Mexico. In J. J. Alvarado-Leyva & J. C. Cárdenas-López (Eds.), *Mexico's Pacific Coast: a comprehensive guide* (pp. 193-215). Springer.
- Torres, F., Velásquez, J. F., Ramírez, F., & Cisneros, J. (2016). Caracterización de la calidad microbiológica y físico-química del agua de mar y sedimento en playas de Manta, Ecuador. *Revista de Investigación Académica*, 27, 1-12.
- Torres, Y., Tovar, A., & Hernández, R. (2015). Community structure of benthic macroinvertebrates in a tropical beach of Sucre State, Venezuela. *Journal of Marine Biology*, 2015, 1-8.
- Vásquez, J. (1992). *Lessonia trabeculata*, a subtidal bottom kelp in northern Chile: a case of study for a structural and geographical comparison. En *In Coastal Plant Communities of Latin America* (págs. 77-89). San Diego: Seeliger (Ed) Academic Press Inc.
- Vásquez, J., Veliz, D., & Pardo, L. (2001). Biodiversidad de macroinvertebrados bajo las grandes algas. En K. Alveal, & T. Antezana, *Sustentabilidad de la Biodiversidad. Un problema actual, Bases Científico Técnicas, Teorizaciones y Perspectivas* (págs. 293-308). Chile: Ediciones Universidad de Concepción.
- Vásquez, JA y Buschmann, AH (1997). Interacciones entre herbívoros y algas marinas en comunidades submareales chilenas: una revisión. *Revista Chilena de Historia Natural*, 70 (1), 41-52.

Viloria, M., Velandia-Romero, M. L., & Ardila, N. E. (2017). Comunidad de macroinvertebrados asociados a sustratos blandos en dos playas del Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 65(4), 1477-1492.

Wetzel, R. G., & Likens, G. E. (2000). *Limnological analyses*. Springer Science & Business Media.

Zavala-Hidalgo, J., Ballón, R.M., Ruiz-Carranza, I., & Camus, P.A. (2015). Patrones de distribución de macroinvertebrados bentónicos en la playa El Silencio, Perú: una playa de alta energía. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 50(3), 465-475.

Zhang, R., Zhang, F., Li, C., & Liu, J. (2020). Relationship between pH and macrobenthic diversity in Jiaozhou Bay, China. *Marine Pollution Bulletin*, 157, 111306.