



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE BIOLOGÍA

TRABAJO DE TITULACIÓN
Modalidad Artículo Académico

Tema

Caracterización de zoobentos asociada a la macroalga *Padina pavonica* en el litoral rocoso de Barbasquillo desde febrero – julio 2022, Manta-Ecuador.

Autores

Cedeño Cuenca Fátima Monserrate

Periodo 2022 – 2

Tutor: Blg. Quijije López Luber Javier Mg.

CARACTERIZACIÓN DE ZOOBENTOS ASOCIADA A LA MACROALGA *Padina pavonica* EN EL LITORAL ROCOSO DE BARBASQUILLO DESDE FEBRERO – JULIO 2022, MANTA-ECUADOR

Cedeño-Cuenca Fátima Moserrate¹

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

RESUMEN

El bento es constituido como uno de los eslabones más importantes de la red trófica de ecosistemas acuáticos, su papel es fundamental y reside en la transferencia de energía entre los productores primarios y terciarios. El objetivo del presente estudio es caracterizar el zoobentos asociado a la macroalga *Padina pavonica* en el litoral rocoso de Barbasquillo y su relación con los parámetros fisicoquímicos. Bimensualmente, entre febrero -julio 2022, se midió la temperatura en la superficie del mar (TSM), y el pH las cuales presentaron valores promedio de carácter normal de (26.37°C) y valores de pH alcalinos (7.3). Se identificaron 28 especies de organismo zoobentonicos, 26 familias, 26 géneros y 6 phylum. La abundancia estuvo representada en porcentajes, siendo *Anachis reedi*, la especie con una alta densidad de individuos totales 384 org / 5 m² (35,12%). Por otra parte, *Cerithium browni* correspondiente a la familia Cerethidae fue el segundo grupo más dominante con 241 org/5 m² (23,91%) así mismo la familia Opheliidae correspondiente a la especie *Polyophthalmus pictus* 101 org/ 5 m² (10,02%). El mes con mayor número de individuos en monitoreos fue mayo con 208 mientras que febrero tuvo una abundancia baja de 101 individuos en relación a la proporción de los monitoreos realizados en los 6 meses. La diversidad de Simpson mostro valores promedios altos y poco variables alrededor de 0,77, mientras que el H' presentó un promedio de 1.92, valores reflejados en rangos de 1.835 (julio) y 2,086 (marzo) haciendo énfasis a diversidad baja. La abundancia y la diversidad no mostró correlación ni diferencias significativas en los parámetros de temperatura, y pH. Se plantea que la densidad de zoobento en la zona está influenciada en la combinación de factores a gran escala que involucran diferentes aspectos, como el suplemento de nutrientes, la propagación de especies, la disponibilidad de alimento, el estrés físico y fisiológico, así como la interacción entre especies.

Palabras clave: Abundancia, Bentos, Diversidad, Litoral rocoso, Mesolitoral.

Abstract.. The bento is constituted as one of the most important links in the trophic web of aquatic ecosystems, its role is fundamental and lies in the transfer of energy between primary and tertiary producers. The objective of this study is to characterize the zoobenthos associated with the macroalga *Padina pavonica* in the rocky coast of Barbasquillo and its relationship with the physicochemical parameters. Bimonthly, between February - July 2022, the sea surface temperature (TSM) and the pH were measured, which presented normal average values of (26.37°C) and alkaline pH values (7.3). Twenty-eight species of zoobenthic organisms, 26 families, 26 genera and 6 phyla, were identified. Abundance was represented in percentages, with *Anachis reedi* being the species with a high density of total individuals, 384 org / 5 m² (35.12%). On the other hand, *Cerithium browni* corresponding to the Cerethidae family was the second most dominant group with 241 org/5 m² (23.91%), likewise the Opheliidae family corresponding to the species *Polyophthalmus pictus* 101 org/ 5 m² (10.02 %). The month with the highest number of individuals in monitoring was May with 208 while February had a low abundance of 101 individuals in relation to the proportion of monitoring carried out in the 6 months. Simpson's diversity showed high average values and little variables around 0.77, while H' presented an average of 1.92, values reflected in ranges of 1,835 (July) and 2,086 (March) emphasizing low diversity. Abundance and diversity did not show correlation or significant differences in the parameters of temperature, and pH. It is proposed that the zoobenthos density in the area is influenced by the combination of large-scale factors that involve different aspects, such as nutrient supplementation, species propagation, food availability, physical and physiological stress, as well as the interaction between species.

Keywords: Meiofauna, macroalgae, diversity and abundance, zoobenthos, benthos

Introducción.

Los litorales rocosos están formados por algas que representan un importante recurso para diversas especies fundamentales para producir materia prima (Calva, 2008). Las macroalgas son constituidas como el principal productor de alimento en litorales rocosos considerados pilares de la comunidad, creando hábitats con mucha riqueza y diversidad (Aramayo et al., 2015).

Las macroalgas se ven influenciadas por una variedad de condiciones bióticas y abióticas, brindando una gran variedad de recursos alimenticios, así también una mejor protección contra los depredadores y la desecación (Veiga et al., 2016). *Padina pavonica* es un alga parda de ciclo de vida perenne y de familia Dictyophyceae, distribuida en costas templadas, pudiendo crecer en rocas cubiertas de arena, en aguas turbulentas y con alta variación de pH y temperatura (Benita et al., 2018).

Los cinturones de algas de los sustratos rocosos ofrecen un rango de hábitat complejos muy explotados por el zoobento (Arroyo et al., 2002). Los bentos presentan una dinámica espacial y temporal compleja en la variabilidad natural (Pool et al., 2014). Los zoobentos comprenden uno de los grupos de animales más diversos, por lo que muchos de los factores que intervienen en la composición determinan el tipo de organismo que se encuentra en el hábitat (Tobías Ana et al., 2013).

El zoobento en la cadena trófica es fundamental en las poblaciones, la descomposición de materia orgánica particulada proporciona un sustrato alimenticio obligatorio para la mayoría de los peces juveniles, componiéndose como parte de la dinámica de las comunidades de animales pequeños, y son la base de muchos procesos operativos en los sistemas de arrecifes de coral (Arroyo, 2002; Logan, 2008).

Los bentos constituyen uno de los eslabones más importantes de la red trófica de ecosistemas acuáticos, su papel es fundamental y reside en la transferencia de energía entre los productores primarios y terciarios (Abierno et al., 2003). En la actualidad, existe un creciente interés por la utilización de organismos marinos como bio-indicadores de contaminación en las zonas costeras. Obtener información a partir de la fauna bentónica emerge como un desafío para la generación de índices más robustos (Hernández et al., 2021).

El objetivo de esta investigación es caracterizar el zoobentos asociado a la macroalga *Padina pavonica* en la zona de estudio ya que la información sobre investigaciones de comunidades bénticas es escasa debido a la limitación de áreas geográficas, por lo que se hace necesario la recopilación científica de información de estudios en escalas regionales y globales (Sibaja et al., 2006). Las macroalgas ven su crecimiento comprometido por factores, tanto naturales como antropogénicos, presentes en dichas

zonas (Cruz et al., 2007). La fauna bentónica además de aprovechar la gran cantidad de nutrientes que el sedimento proporciona puede ser indicador del estado trófico de un cuerpo de agua, así como, del grado de contaminación por la presencia de ciertos grupos de organismos (Sellanes et al., 2003).

Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

La ciudad de Manta (**Fig. 1**) está ubicada en la provincia costera de Manabí, Ecuador, con una extensión territorial es de 292,89 km², asentada en el punto más saliente de la costa del océano Pacífico de América del Sur, en una bahía de aguas profundas a 0° 57' de latitud sur, 80° 42' de longitud oeste, donde convergen las corrientes frías de Humboldt y cálida de El Niño. El estudio estuvo dirigido exclusivamente a la zona intermareal del área comprendida de Barbasquillo (15° 22' 10,9" LS; 75° 11' 33,9" LW). La pluviosidad media presente de este lugar se ubica en 210 msm y su temperatura oscila en un promedio de invierno de 26° C y en verano de 24 ° C (Guerra et al, 2014).

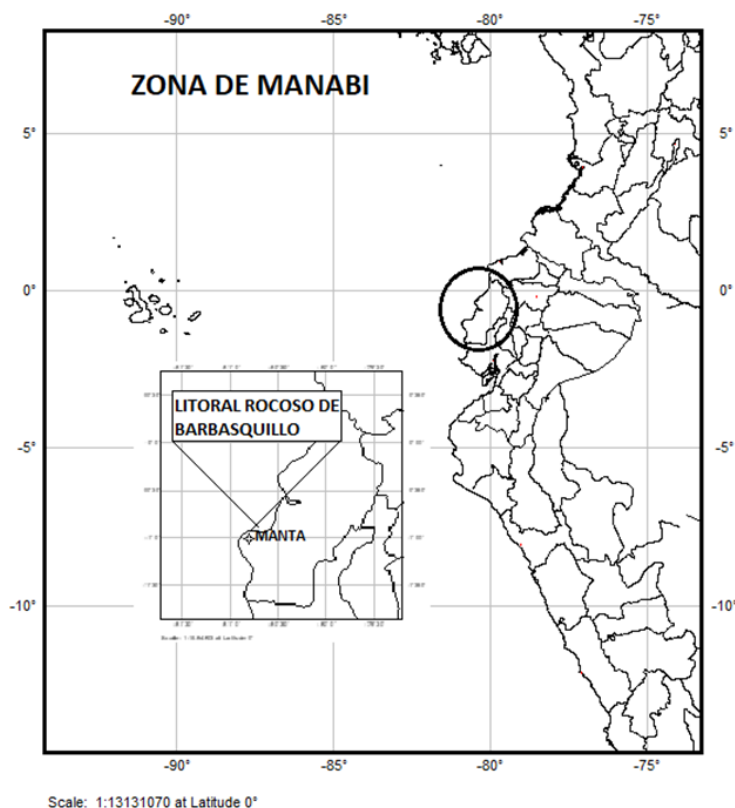


Fig. 1. Distribución geográfica de la zona de muestreo

Diseño de muestreo

Durante los meses de febrero y julio de 2022 se evaluó con el manejo de cuadrantes, la diversidad y abundancia de zoobento asociados al intermareal rocoso de Barbasquillo. Se consideró la presencia de la macroalga *Padina pavonica* presente en el litoral a lo largo de los seis meses. Se usó el método de transecto y cuadratas (Miloslavich et al., 2010), utilizando una cuerda de 10m colocándola en paralelo a la playa. En cada transecto se recolectaron diez muestras asignadas a la franja mesolitoral y en cada sitio se colectaron un total de 50 muestras (cuadrante de 1 m²) distribuidas homogéneamente en cinco transectos perpendiculares a la costa. El transecto se extendió entre la línea de marea más alta hasta el límite de la marea baja (Acuña, 2014). La franja intermareal fue identificada en base a los organismos típicos, siguiendo el clásico esquema de zonación propuesto por (Stephenson et al., 1949), para después proceder a tomar registro de los parámetros con medidores de pH y temperatura.

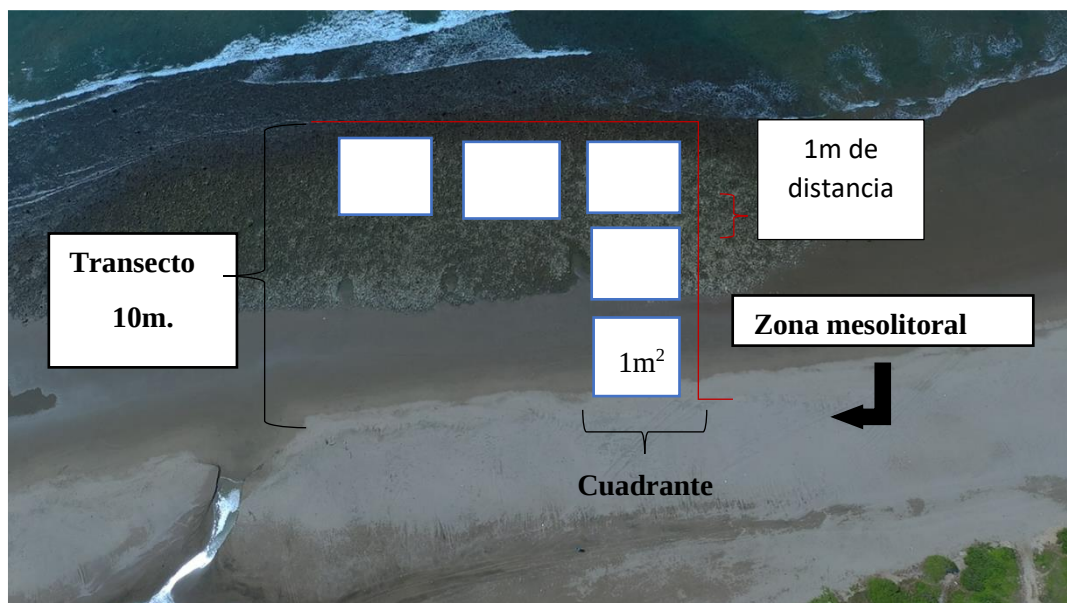


Fig. 2. Método de transecto y cuadrante en el litoral rocoso de Barbasquillo (Fuente: Propia autoría)

Los especímenes de cada cuadrante muestral fueron colectados con raspadores metálicos y espátulas para después ser guardados en tarrinas plásticas con 500 ml de agua de mar. El material extraído fue preservado con agua de mar y formol al 2% y llevado al laboratorio para el conteo de los organismos de cada cuadrante. Se clasifico y rotulo los individuos en recipientes de vidrio con formolaldeido fijados al 8 %. La identificación se la llevo a cabo con un estereoscopio en la facultad Ciencias de la Vida y Tecnología donde todos los individuos fueron identificados al nivel taxonómico más bajo posible; en su mayoría fueron identificados a nivel de especie. Para esto se utilizaron claves dicotómicas, guías de

identificación, artículos y bases de datos para poliquetos (Nonato et al., 1979; De León, 2017), moluscos (Ríos 1994; FAO, 1995) y anfípodos (Escofet 1973; Jiménez et al., 2018). Para la clasificación taxonómica se utilizó *World Register of Marine Species* (WORMS Editorial Board, 2017) y bases de registros de especies y para la identificación del alga del actual estudio se utilizó la clave de Mayor (2012), para posteriormente registrar los datos en una base.

Análisis de datos

Para registrar los datos se utilizó el programa Microsoft Excel, donde se rotuló por fechas los datos obtenidos como: Phylum, familia, especie y parámetros físicos y químicos. Los análisis que fueron escogidos para representar la abundancia y diversidad son los índices de dominancia y equitatividad expresados a través de los índices de Shannon que formula la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, así mismo el índice de Simpson (Moreno, 2001), las gráficas y análisis fueron realizados en distribuciones de 6 meses mediante la suma y el promedio de los doce monitoreos en el programa Past4 y Excel. Las diferenciaciones por mes en la abundancia por especie fueron comparadas mediante pruebas paramétricas (Anova) al no tener normalidad se procedió a realizar una prueba de Kruskal-Wallis.

Para realizar las respectivas relaciones en diversidad, abundancia, pH y temperatura se tomó los datos de los doce monitoreos realizados en los seis meses de estudio. Los análisis que se llevaron a cabo fueron correlaciones de Pearson para ver relaciones entre parámetro e índice, para luego realizar una prueba estadística con el fin de determinar el grado de significancia. En este caso se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk y las gráficas se las realizó usando el software estadístico de R studio.

Para calcular la riqueza, se aplicó el índice de Margalef (1958), utilizando la siguiente ecuación:

$$DMg = \frac{S-1}{\ln N}$$

Donde:

S= número de especies

N= número total de individuos

Por otro lado, se calculó el índice de H' (Shannon & Weaver, 1949) en base a la siguiente ecuación:

$$H' = - \sum p_i * \ln p_i \quad (6)$$

Donde:

H' = índice de Shannon-Wiener

$p_i = \frac{n_i}{\sum n_i}$ Proporción de individuos de la especie i o abundancia relativa de la especie i

$\ln$ = logaritmo natural

n_i = número de individuos de la especie i

También se aplicó el índice de dominancia de Simpson (1949) (λ), de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

El índice de diversidad de Simpson se calculó como:

Diversidad de Simpson = $1/\lambda$ (8)

Resultados

Se contabilizó un total de 1008 organismos dentro de los cuadrantes de muestreo totales en los 6 meses. Todos los individuos se agruparon, presentando un total de 6 Phylum, 26 Familias, 25 Géneros y 28 Especies (**Tabla 2**). El phylum Mollusca fue la mejor representada con 11 familias, 10 géneros, 13 especies (62,90%), seguida de Arthropoda con 10 familias, 9 géneros, 9 especies (18,55%). El phylum Annelidae comprendió únicamente 2 familias y 2 taxones de especie y género (9,68%), Echinodermata con 2 familias con el correspondientes género y especie (4,84%). Phylum Platyhelminthes y Chordata alcanzó únicamente 1 familia (3,23%; 0,81%) respectivamente (**Tabla 1**).

Tabla 1. Porcentajes de Phylum sobre el total de organismos registrados.

Phylum	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total
Annelidae	1,61	1,61	0,81	1,61	1,61	2,42	9,68
Arthropoda	2,42	4,84	4,03	2,42	1,61	3,23	18,55
Chordata	0,00	0,00	0,00	0,81	0,00	0,00	0,81
Echinodermata	0,00	1,61	1,61	0,00	1,61	0,00	4,84
Mollusca	9,68	12,90	10,48	11,29	10,48	8,06	62,90
Platyhelminthes	0,00	0,81	0,81	0,81	0,81	0,00	3,23
Total	13,71	21,77	17,74	16,94	16,13	13,71	100,00

Tabla 2. Composición de los diferentes taxones encontrados en litoral rocoso de Barbasquillo

Phylum	Familia	Genero	Especie	Frecuenci a absoluta (No.)	Frecuenci a relativa (%)
Annelidae	Polyopphthalmu s				
	Opheliidae		<i>Polyopphthalmus pictus</i>	101	10,02
	Nereididae	Nereis	<i>Nereis riisei</i>	12	1,19
	Ampithoidae	Ampithoe	<i>Ampithoe pollex</i>	4	0,4
	Epialtidae	Acanthonyx	<i>Acanthonyx petiveri</i>	2	0,2
	Grapsidae	Pachygrapsus	<i>Pachygrapsus transversus</i>	7	0,69
Arthropoda	Hyaledae	Hyaella	<i>Hyaella azteca</i>	35	3,47
	Mithracidae	Mithrax	<i>Mithrax armatus</i>	6	0,6
	Penaeidae	Protrachypene	<i>Protrachypene precipua</i>	3	0,3
	Portunidae	Callinectes	<i>Callinectes arcuatus</i>	4	0,4
	Paguridae	Pagurus	<i>Pagurus gladius</i>	3	0,3
	Xanthidae	Xantias	<i>Xantias sp</i>	18	1,79
Chordata	Gobiidae	Ctenogobius	<i>Ctenogobius sagittula</i>	2	0,2
Echinodermata	Echinometridae	Echinometra	<i>Echinometria vanbrunti</i>	1	0,1
	Ophiotrichidae	Ophiothix	<i>Ophiothix spiculata</i>	1	0,1
	Acanthochitonida e	Acanthochitona	<i>Acanthochitona hirudiniformis</i>	10	0,99
	Arcidae	Arca	<i>Arca pacifica</i>	1	0,1
	Carditidae	Cardita	<i>Cardita affinis</i>	2	0,2
			<i>Cerithium browni</i>	241	23,91
Mollusca			<i>Cerithium adustum</i>	57	5,65
			<i>Cerethium sp</i>	33	3,27
	Chitonidae	Chiton	<i>Chiton stokesii</i>	1	0,1
			<i>Anachis reedi</i>	354	35,12
	Columbellidae	Anachis	<i>Anachis rugulosa</i>	48	4,76
	Mytilidae	Mytella	<i>Mytella guyanensis</i>	28	2,78
	Naticidae	Notocochlis	<i>Notocochlis chemnitzii</i>	25	2,48
	Patellidae	Patella	<i>Patella mexicana</i>	4	0,4

	Siphonariidae	Siphonaria	<i>Siphonaria gigas</i>	1	0,1
Platyhelminthes	Notocomplanidae	Notocomplana	<i>Notocomplana saxicola</i>	4	0,4
Suma				1008	100,00 %

Las especies más representativas del grupo de zoobento por su abundancia fueron organismos de la especie *Anachis reedi* correspondiente al phylum Mollusca con un total de aproximadamente 350 individuos seguido de la especie *Cerithium browni* y *Polyopthalmus pictus* con una distribución de estas dos últimas de 240 y 100 organismos aproximadamente correspondiente a clases de Mollusca y Annelida. (Fig.3).

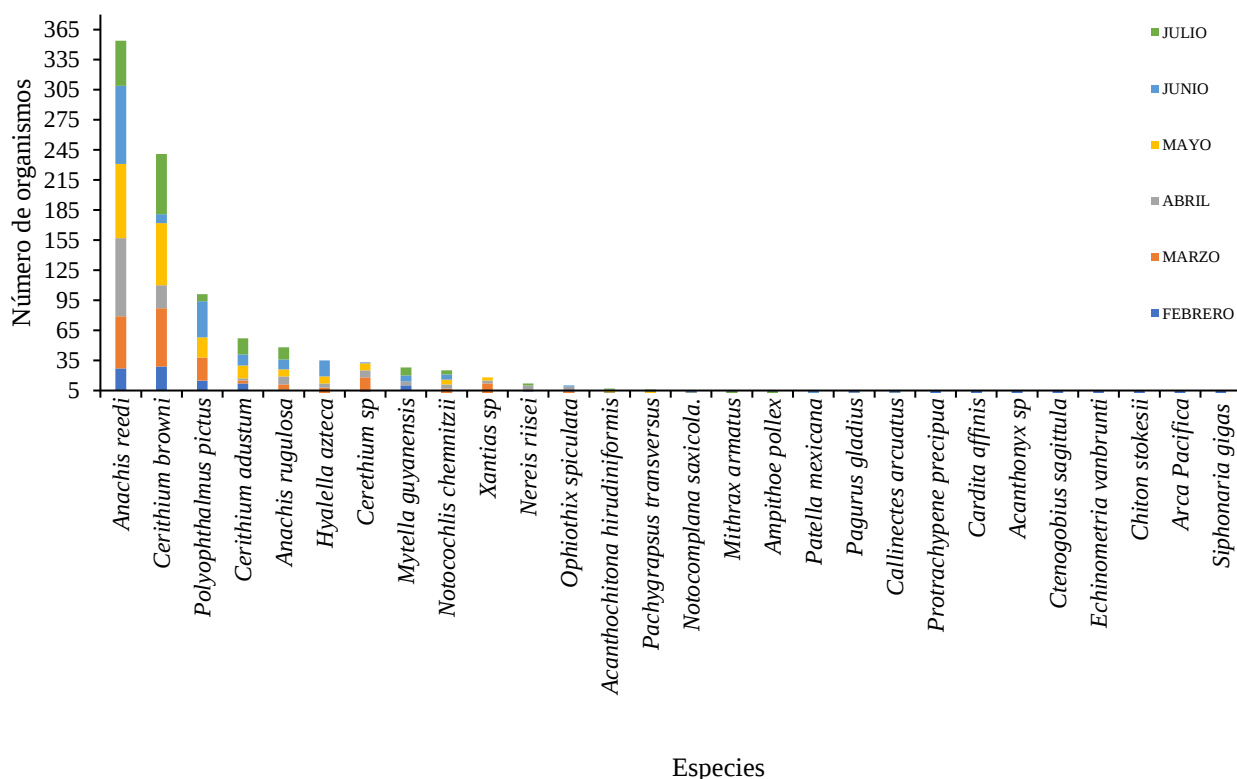


Fig. 3. Resultados de especies ordenadas de < a > presencia en los meses de estudio.

Abundancia

La abundancia estuvo representada en porcentajes en especies como *Anachis reedi* con una alta densidad de individuos totales de 354 org / 5 m² (35,12%) encontradas dentro de todos los monitoreos alcanzando una alta densidad en el mes de abril el cual presento 78 org /5m² (51.32 %) y mostrando valores bajos en febrero 27 org /5m² (24.32 %). Por otra parte, *Cerithium browni* correspondiente a la familia Cerethidae fue el segundo grupo más dominante 241 org/5 m² (23,91%) el tercer grupo fue la familia Opheliidae correspondiente a la especie *Polyophtalmus pictus* 101 org/ 5 m² (10,02%). El mes con mayor número de individuos en monitoreos fue mayo con 208 individuos mientras que febrero presento una baja cantidad de individuos con 110. (**Fig. 4**). Se realizo una prueba Anova de grupos para número de especies por mes donde no se reflejaron diferencias significativas (P=0,86). Los 6 meses de monitoreo no mostraron variaciones significativas en su densidad durante el periodo de estudio (K-W, P>0,05).

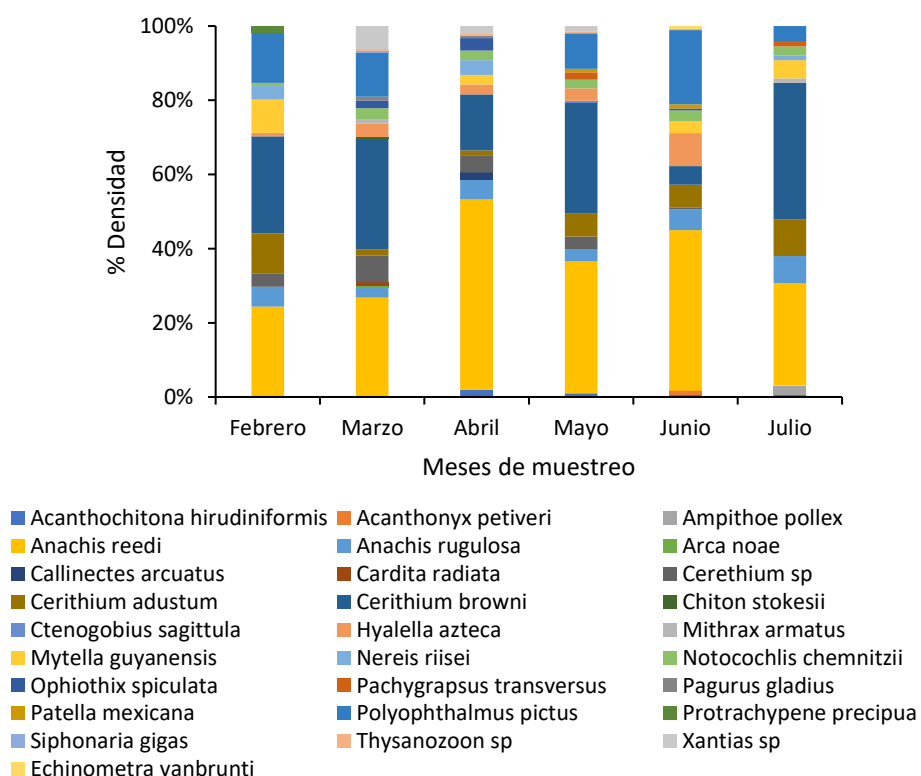


Fig. 4. Abundancia de especies por mes

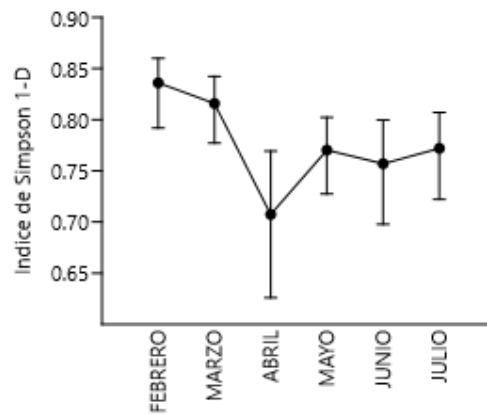


Fig.5. índice de Simpson 1-D

El índice de Simpson mostró un valor promedio correspondiente a una abundancia alta (0,78 bits). El mes que registra una abundancia alta es febrero (0,836 bits) mientras que, abril tuvo una abundancia baja de especies (0,7074 bits) (**Fig.5**).

Diversidad

El índice de diversidad de Shannon indicó que la diversidad específica era baja con un valor promedio de 1,92 presentado por Shannon. No obstante, se observó una alta diversidad en los meses de febrero y marzo con valores de 2,025 y 2,100 respectivamente. En contraste, julio presentó una tendencia baja con un valor de 1,83, lo que indica una menor diversidad (**Fig.6**). Por otro lado, el índice de Margalef mostró un valor promedio de 2,54. En marzo se observó una alta diversidad con valores de 3,037, lo que indica una mayor diversidad en comparación con el mes de junio, que presentó una diversidad de 2,16. Estos valores sugieren una diversidad media para los índices de Margalef (**Fig.7**).

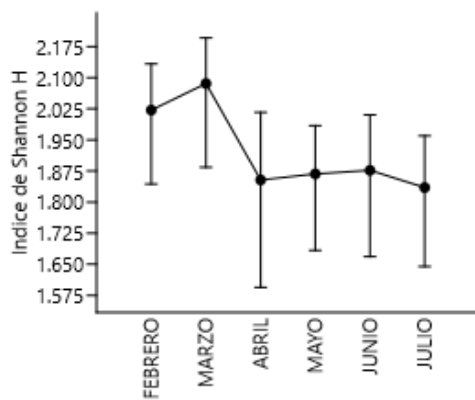


Fig. 7. Representación del índice de Shannon-H

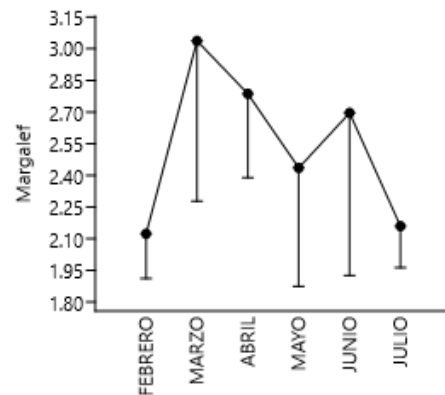


Fig. 8. Índice de Margalef

Parámetros fisicoquímicos

Durante el período de muestreo se observó un promedio de temperatura superficial del mar de 26,37°C, con rangos que fluctuaron entre 25, 4°C (julio) y 27, 4°C (abril) respectivamente. Mientras que, el pH alcanzo valores promedios de 7, 68 NBS, con variación menor en el mes de abril (7,3) y un máximo en junio (8,1) respectivamente.

La relacion de Shannon con la temperatura (**Fig. 9a**) presentó una correlacion baja negativa ($R=-0,038$), Por otro lado, al relacionar el pH (**Fig. 9b**) se evidencia una correlacion mediana negativa ($R=-0,24$). En ambos casos, tanto para la temperatura y el pH, no se registran valores significativos ($p=0,91$; $p=0,45$) con la diversidad de Shannon.

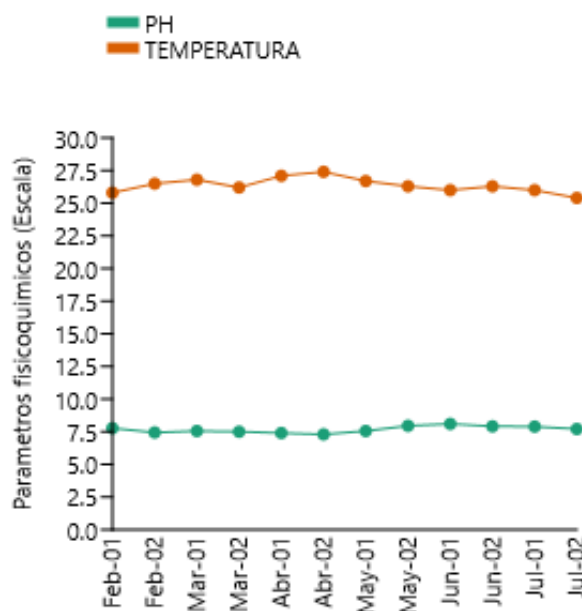


Fig. 8 Temperatura y pH resgistrada durante los meses de monitoreo en Barbasquillo.

La correlacion corespondiente a (**Fig. 9c**) mostro tener una relacion negativa media -0,42 con un valor de $p = 0,17$ no significativo mientras que para (**Fig. 9d**) corespondiente al parametro de pH no mostro relacion con un valor de -0,0036 y valor de no significancia de $p = 0,99$.

Podemos definir que los parametros presentaron tener una correlacion media y baja negativa para diversidad y abundancia. En los parametros presentados en el estudio estos valores no tuvieron una

relacion. Al realizar la prueba estadística de significancia podemos confirmar que ninguno de nuestros parámetros presentados fueron significativos ya que al realizar la respectiva prueba tuvimos que para el índice de Simpson-1D y Shannon valores $p > 0,005$ (**Fig.9**).

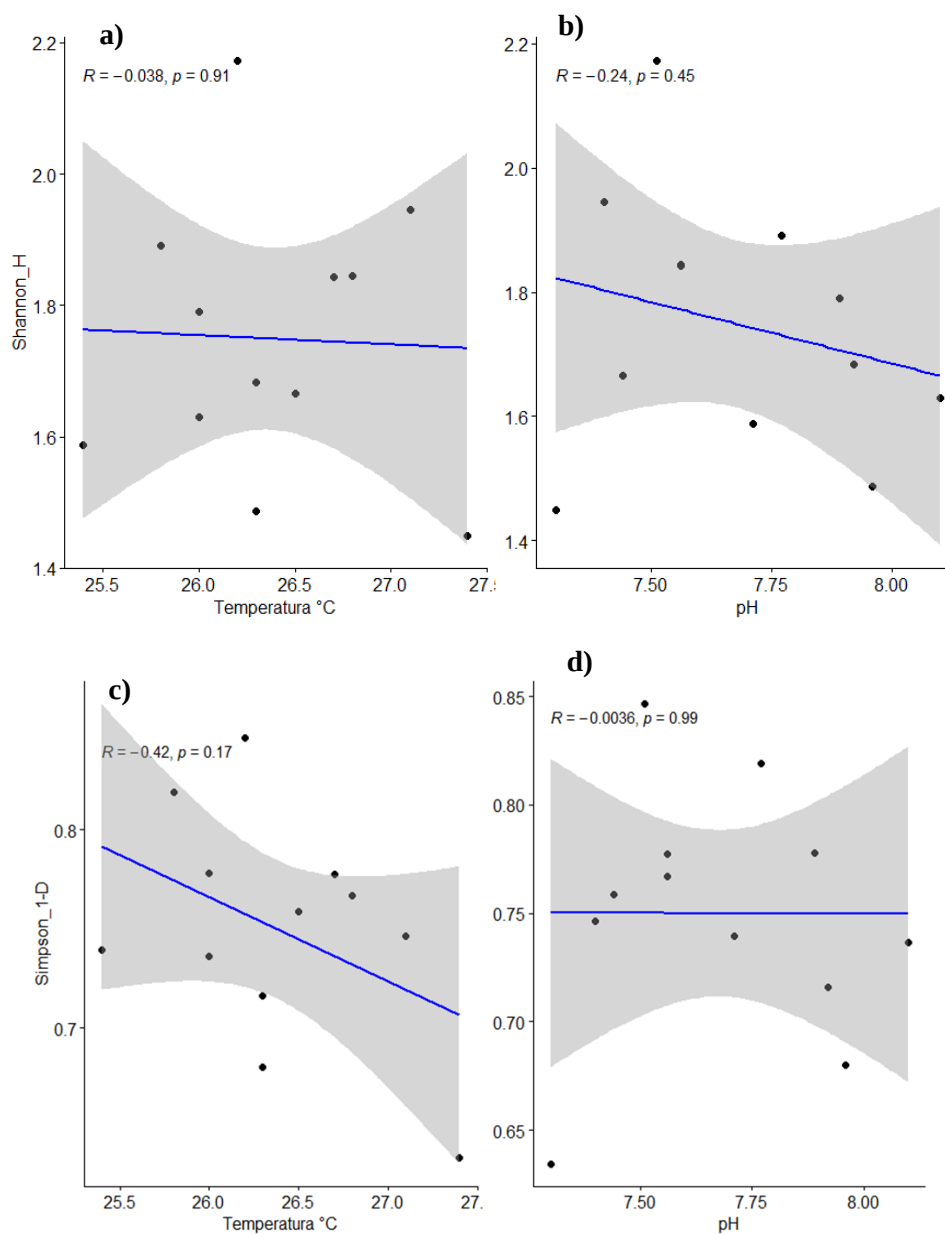


Fig. 9. Correlación de Shannon H'-T° (a); H'-pH (b); y Simpson D'-T° (c); D'-pH (d)

Discusión

Durante el tiempo de la investigación en la zona rocosa de Barbasquillo, se observó una temperatura media de 26,38 °C, con fluctuaciones de 1,7 °C entre los meses de febrero y julio. El mes de abril tuvo presencia de temperaturas más altas, alcanzando los 27,4 °C, mientras que en febrero se registraron temperaturas bajas de 25,4 °C. Según Hurtado et al. (2017), durante la temporada de lluvia en el mar ecuatoriano, se observa un aumento generalizado de la temperatura del mar, que varía entre 28 y 25 grados Celsius. Además, en los primeros meses del año, la corriente de El Niño influye en las aguas costeras del Pacífico oriental, lo que resulta en el transporte de aguas cálidas desde Panamá hacia las costas de Ecuador y Perú. Un estudio realizado por Rosales (2021) en las costas de Manta en el año 2020 registró rangos de temperatura superficial del mar similares a los de este estudio, con valores entre 24°C y 27°C. En marzo de 2021, un informe del BAC (2021) reveló que la TSM mostró un aumento en el oeste y norte, manteniendo un promedio mensual similar de 26°C, influenciado por el fortalecimiento de vientos en el borde costero al sur del mar ecuatoriano y entrada de agua de menor temperatura (< 26°C) proveniente de Perú contrarrestando la presencia de un evento cálido en línea con el tiempo en el que ocurrió el evento de El Niño.

Por otro lado, Cifuentes, et al. (1997) menciono que el agua del mar tiene una ligera alcalinidad y su pH varía entre 7.5 y 8.4 unidades de pH, dependiendo de la temperatura esta relación puede influir en actividad biológica y otros parámetros como salinidad y la presión. Delvalls, (1999) señala que los valores obtenidos de pH en todos los sitios muestreados podrían estar relacionados a incrementos de temperaturas del agua, lo que favorece los procesos de precipitación del CaCO_3^{2-} y que explicaría el pH obtenido en este estudio. Raven (2005), ratifica que en el Pacífico Tropical Oriental los valores de pH disminuyen en zonas cercanas a la costa, alcanzando un rango de 7.95 a 8 lejos de la costa de Ecuador, mientras que, en las cercanías de Colombia y Perú, los valores son inferiores a 7.9. El comportamiento del pH en el sitio muestreados de este estudio se complementa al ahora presentado de (7.3-8.1) que va aumentando progresivamente los meses de abril a junio para luego estabilizarse en 7.71 hasta julio presentando valores normales para el agua de mar, siendo ligeramente alcalinas .

Dentro de este estudio se contabilizó un total de 1008 organismos dentro de los cuadrantes de muestreo totales en los 6 meses. Los organismos con mayor frecuencia de aparición fueron los moluscos 62.90% seguido de los artrópodos 18,55 % y anélidos 9.68% El phylum mollusca suele ser el grupo más abundante dentro del zoobento en los litorales rocosos (Fernández et al, 2006), en efecto, esto pudo observarse en el presente trabajo (Fig. 3) durante todos los meses muestreados. La comunidad zoobentonica del presente estudio mostró una riqueza de 28 especies , la mayoría de los cuales estuvo

presente a lo largo del estudio. Los moluscos más abundantes fueron, *Anachis reedi*, *Cerithium adustum*, *Cerithium browni*, *Cerithium sp.*

Cárdenas-Calle et al., (2020) reportó en la zona intermareal la presencia de moluscos en macroalgas de tipo calcarea en zonas de marea media y baja generalmente presentes en organismos como poliquetos, equinodermos, moluscos y artrópodos, teniendo una relación con las especies encontradas como *Anachis reedi* comúnmente encontrada en macroalgas como *Padina pavonica* observadas dentro de este estudio. Sant et al., (1997) presentó en zonas mediolitoral e infralitoral, una abundancia en el phylum mollusca. Según Aldea et al., (2005), observaron niveles de diversidad más bajos en los puertos de Lota y Talcahuano en el área de estudio. Estos puertos se caracterizan por una alta contaminación orgánica resultante de la industria pesquera. Sin embargo, se registró la presencia de ciertas especies que son tolerantes a estas condiciones, como el gastrópodo *Crepidula dilatata* y los bivalvos, los cuales presentaron abundancias moderadas altas en la zona. Quiroz et al., (2009) indicó que las comunidades de los moluscos, crustáceos y anélidos de agua dulce que conforman parte del macrobentos, se usan como indicadores biológicos de contaminación de agua, ya que cada población tiene un nivel de tolerancia a los contaminantes. De acuerdo con Gil et al. (2007), los moluscos son especialmente susceptibles a sufrir la muerte como resultado de la exposición a hidrocarburos. Por lo tanto, la presencia de estos organismos puede indicar que el ecosistema goza de buena salud. El phylum artrópoda correspondió al 18,55 % de organismos presentes en este estudio (Hernández, 2016) menciona que la función que desempeñan ciertos organismos de este phylum, como los anfípodos se presentan mayormente en el control ambiental, sin embargo no se encontraron artículos en el Ecuador debido a la complejidad en su clasificación y manejo y hábitos alimenticios. Los anélidos representaron 9,68%. Héctor et al., (2009). Menciona que organismos como los poliquetos, se utilizan como indicadores de transformaciones ambientales y son fundamentales para mantener la estabilidad en la dinámica de los ecosistemas. Los equinodermos representaron 4,84 % de la abundancia de organismos presentes. Vaca et al., (2022) tuvo como resultado en su estudio la presencia de equinodermos en la zona rocosa intermareal en la zona de San Lorenzo, caracterizada por equinodermos como echinoideos, ophiuroides, holoturoideos y asteroideos, la diversidad de estos organismos depende de la ubicación geográfica del sitio de estudio, destacan en presencia de sustrato rocoso de apertura. El phylum correspondiente a los platelmintos estuvo representado por 3,23% sin embargo no se encontraron estudios en litorales rocosos donde se encuentre la presencia de este phylum. Cruz, (2013) presentó en su estudio realizado en la bahía de Manta la abundancia de macrofauna bentónica dando como resultado 25% del total de la riqueza de especies en la zona intermareal y estuvieron representados phylum como: Platelmintos, Artrópoda y Equinodermos este dato concuerda con el porcentaje de especies de menor presencia en

los monitoreos del presente estudio . En un estudio realizado en El Chato, Ruano (2009) examinó un total de 20 pozas durante 6 meses y encontró una gran variedad de vida biológica en presencia de macroalgas. En este estudio, se identificó la especie dominante como la familia Gobiidae, lo cual se debe a que esta especie permanece en las pozas durante la marea baja como visitantes y residentes, en zonas intermareales.

Con respecto a la abundancia y los parametros fisicoquimicos, no se encontró una relación significativa entre ambas variables en el presente estudio. Los resultados obtenidos de las pruebas de comparación de Pearson y pruebas de distribución nos dicen que no es significativa la relacion ,entre temperatura de (26-27 °C) y pH (7-8). Daza et al., (2018), evaluo la temperatura, salinidad , pH y oxígeno disuelto, la relación entre la abundancia de biomasa del *Cittarium pica* en tres litorales rocosos de las playas de Santa Marta. Se encontró que el pH presentaba una correlación significativa con valores de (6 -8) con la biomasa de esta especie. Es posible que esta relación se deba a que un pH ácido dificulta la captación de iones carbonatos lo que puede tener un impacto significativo ,esto se debe a la proximidad de asentamientos urbanos y la influencia de residuos y sustancias que pueden estar contribuyendo a la disminución del pH del medio marino y, por ende, a la variación en la densidad y la biomasa de la especie en cuestión. Xantus (1860) afirmó que la presencia en equinodermos y variedad de especies se vinculaban con la salinidad, a diferencia de la temperatura y el pH, los cuales no tenían un papel crucial en esta relación. Esto se debe a que los cambios en estos últimos parámetros no afectan directamente la cantidad de organismos en la zona examinada, lo que llevó a que se encontraran todos los seres vivos en cada uno de los muestreos llevados a cabo.

Las especies más comunes del grupo de zoobentos en términos de abundancia fueron *Anachis reedi*, un tipo de molusco que se encontró en aproximadamente 350 individuos, seguido de *Cerithium browni* y *Polyopthalmus pictus* correspondiente a los molluscos y anelidos y se distribuyeron en un rango de 240 a 100 organismos aproximadamente. Ramirez (2021) en la localidad de San lorenzo represento la abundancia siendo la clase gastrópoda como la más abundante dentro de esta zona ,la familia Littorinidae con un 29% correspondiente a 1,163 individuos; con un 25% se registró a Columbellidae con 1.010 especímenes; mientras que Shiphonariidae obtuvo el 17% respectivos a 704 organismos y con menor abundancia a Flabellinidae. Guerrero et al (2017) constato que la cantidad y diversidad trófica de los moluscos sublitorales en la bahía de Santiago de Cuba cambia en función de la complejidad del hábitat , observadose que las zonas con una estructura de hábitat más compleja, como los fondos rocosos y los manglares, albergan una mayor cantidad y diversidad de moluscos debido a la presencia de una mayor variedad de microhábitats. Asi mismo Hernández (2016) noto que la presencia de una mayor cantidad de grupos morfofuncionales de macroalgas en estas áreas también contribuye a

la creación de condiciones propicias para la mayor abundancia y diversidad trófica. característica presente en ecosistemas de la zona en estudio. Según Fu et al. (2018), las relaciones entre macroalgas y herbívoros pueden influir en la productividad, riqueza y los patrones de distribución que indican la cantidad de zoobentos en los ecosistemas marinos y que estas sean afectada por factores bióticos y abióticos.

Según la hipótesis propuesta por Mengues (2000), los efectos del pastoreo en las áreas con alta abundancia natural de macroalgas serían más fuertes en las zonas bajas. Además, se prevé que los invertebrados sean dominantes en la estructura y dinámica de las comunidades intermareales rocosas cuando los procesos oceanográficos favorezcan la entrega de mayores concentraciones de fitoplancton, detritos y/o larvas. Según el análisis de Campos (2012), la diversidad no se ve influenciada por diferencias en factores ambientales como la temperatura, sino que se pueden observar patrones de diversidad relacionados con la productividad primaria. Se ha observado que las aguas del sur son más frías que las del norte debido a la presencia de corrientes como la de Humboldt, que se caracteriza por tener aguas frías con gran cantidad de nutrientes, que favorece la floración de organismos. Guerrero et al (2017) menciona que el enriquecimiento de nutrientes a lo largo de la costa trae alimento para el fitoplancton y los organismos que se alimentan de materia orgánica en suspensión. Pennington et al., (2006) establece que la composición del área intermareal rocosa en la costa ecuatoriana se ve evidenciado en los sitios cercanos a centros de afloramiento, a mayor cantidad de nutrientes, tienden a presentar una mayor diversidad.

La diversidad de Shannon-Wiener (H'), calculada en todos los meses de monitoreo, fluctuó entre 2,172 - 1,45 bits, alcanzando el valor más alto de marzo y el menor en abril corresponde una diversidad media según Pla (2016). Por su parte, el índice de diversidad de Simpson estuvo en el intervalo de 0,85 a 0,63, en la zona de estudio lo cual señala una dominancia alta. Yanez (2015) presenta en su publicación tener valores parecidos a los de este estudio de 2,1 bits en el mes de julio de mayor diversidad y menor diversidad en octubre de 0,64 bits que conforme a los meses disminuye. La abundancia de Simpson reportada en este estudio coincidió con un promedio de 0.85 correspondiente a una diversidad alta por mes en organismos bentónicos, este estudio fue realizado en el Ecuador indicando la cantidad de zoobento muestreada por mes. Según Núñez et al (1999), menciona que es posible que las áreas de la zona mesolitoral e infralitoral estén sujetas a condiciones de inmersión que causan que el sustrato se vuelva poroso. En estas áreas, se pueden encontrar especies adaptadas a las condiciones de inmersión continua, como algas, moluscos, poliquetos y equinoideos. Las diferencias en las especies encontradas podrían deberse a varios factores, incluyendo el continuo aporte de aguas salobres.

En consecuencia, se puede concluir que se registró un total de 28 especies de organismos zoobentónicas repartidas en 6 phylum. Las especies más representativas del grupo de zoobento por su abundancia fueron organismos correspondientes a la clase Mollusca del phylum Annelida. Durante los meses de estudio no se logró observar una asociación entre la abundancia y diversidad de las variables físicoquímicas como: Temperatura, pH, donde no se encontró diferencias significativas por lo que es evidente, que las variaciones de temperatura y pH registradas se encuentran dentro de los rangos normales para la zona de estudio

Se encontró una abundancia variable zoobentónica entre los meses de estudio en marzo y mayo alcanzando las densidades más elevadas siendo mayo el que predominó con 208 individuos zoobentónico. Se plantea que la densidad de zooplankton en la zona está influenciada por una combinación de factores a gran escala que involucran diferentes aspectos, como el suplemento de nutrientes, la propagación de especies, la disponibilidad de alimento, la acción del oleaje, el estrés físico y fisiológico, así como la interacción entre especies. La diversidad de Simpson del zoobentónica fue elevada, con un promedio de 0,78 bits y la H' con un promedio de 1,92. Se recomienda que en futuros estudios las variaciones de la abundancia zoobentónicas, se incluyan análisis de carbonatos y bicarbonatos para la determinación de la alcalinidad así mismo sería sumamente valioso llevar a cabo una investigación que permita analizar las interacciones Top-Down y depredación, con el objetivo de obtener una comprensión más completa sobre la estructura y funcionamiento de las comunidades intermareales del Ecuador. Esta información podría ser de gran utilidad para el manejo y conservación adecuada de estas áreas y garantizar su protección a largo plazo.

Agradecimiento

Mi infinito agradecimiento a Jorge Cedeño por ayudar al acompañamiento y recolección de muestras de los monitoreos bimensuales. Al Blgo. Pesq. Javier Quijije por brindarme información relevante también por su guía y apoyo durante el desarrollo de esta investigación. También al Blgo. Pesq. Jesús Briones por su colaboración desinteresada para culminar con mi investigación. A los docentes de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí gracias a sus conocimientos brindados durante estos 5 años para mi formación profesional. Al Laboratorio de la Uleam por haberme brindado las facilidades para realizar esta investigación brindándome los materiales y equipos que se necesitó. A mis compañeros por ayudar y discutir sobre la información relevante de este estudio: Cristhian Loo, Anthony Barre, Tahis Bermúdez, Bryan López y Ninoshka Moreira.

Literatura citada

- Abierno, L. A. R., & Almanza, D. M. A. (2003). Diversidad y distribución de la macro- y meiofauna (especialmente nemátodos) en el ecosistema arrecifal de Punta Francés, Cuba.
- Acuña, S. M. (2014). Estructura comunitaria de la macroinfauna intermareal en playas arenosas sometidas a diferentes presiones antropogénicas en la costa de Iquique, Chile. Valdivia.
- Aramayo Navarro, V. H. (2015). Análisis comunitario de la meiofauna metazoaria en sedimentos de la plataforma y talud continentales frente a Perú. Repositorio de Tesis - UNMSM. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4782>
- Arroyo Hailuoto, N. L., & Arroyo Hailuoto, N. L. (2002). Meiofauna asociada al alga «Laminaria ochroleuca» De la Pylaie en la isla de Mouro (Santander, Cantabria) [Info:eu-repo/semantics/doctoralThesis]. Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/4441/>
- Benita, M., Dubinsky, Z., & Iluz, D. (2018). Padina pavonica: Morphology and Calcification Functions and Mechanism. American Journal of Plant Sciences, 9(6), Art. 6. <https://doi.org/10.4236/ajps.2018.96087>
- Calva, L. Torres, R. (2008). Macroalgas y pasto marino, útiles bioindicadores de contaminación por hidrocarburos fósiles en sistemas acuáticos
- Campos, A. D. F. (2012). Caracterización ecológica de las comunidades intermareales rocosas a lo largo de una gradiente de productividad en las costas del Ecuador.
- Cárdenas-Calle, M., Mora, E., Torres, G., Pérez-Correa, J., Bigatti, G., Signorelli, J., & Coronel, J. (2020). Marine invertebrate and seaweed biodiversity of continental coastal Ecuador. Biodiversity Data Journal, 8, e53818. <https://doi.org/10.3897/BDJ.8.e53818>
- Cifuentes, J., Torres, M., & Frías, M. (1997). El Océano y sus recursos. II. Las ciencias del Mar: oceanografía geológica y oceanografía química. México
- Comité Regional ERFEN, (2021). BOLETÍN de Alerta Climática; BAC Nro. 366. www.inocar.mil.ec
- Cruz, M. (2013) Especies de moluscos submareales e intermareales y macrofauna bentónica de la Bahía de Manta, Ecuador
- Cruz-Motta, J. J. (2007). Análisis espacial de las comunidades tropicales intermareales asociadas a los litorales rocosos de Venezuela. Ciencias marinas, 33(2), 133-148.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0185-38802007000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es

- Daza-Guerra, C. A., Martínez-Hernández, N. J., & Narváez-Barandica, J. C. (2017). Aspectos poblacionales del burgao *Cittarium pica* (Gastropoda: Tegulidae) en el litoral rocoso de Santa Marta, Magdalena, Colombia. *Revista mexicana de biodiversidad*, 89(2), 430-442. Recuperado 25 de febrero de 2023, de <https://www.redalyc.org/journal/425/42559305012/html/>
- De Leon, A. (2017). Estado del conocimiento taxonómico de los poliquetos en Ecuador. (pp. 89-100).
- Del-Valls, T. A. (1999). Underway pH measurements in upwelling conditions: The California Current. *Ciencias Marinas*, 25(3), Art. 3. <https://doi.org/10.7773/cm.v25i3.719>
- Díaz-Ruiz, S., Cano-Quiroga, E., Aguirre-León, A., & Ortega-Bernal, R. (2004). Diversidad, abundancia y conjuntos ictiofaunísticos del sistema lagunar-estuarino Chantuto-Panzacola, Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical*, 52(1), 187-199. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-77442004000100025&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Escofet A. (1973) Los géneros de anfípodos más comunes de en el área de Mar del Plata. Clave para su reconocimiento. *Contribuciones del Instituto de Biología Marina* 239:30 pp.
- FAO. (1995). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. [0] Vol. 1: Pacífico centro-oriental Plantas e invertebrados (W. Fischer, Ed.; Vol. 1). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Fernández, J., & Jiménez P, M. (2006). Estructura de la comunidad de moluscos y relaciones tróficas en el litoral rocoso del estado Sucre, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 54, 121-130. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-77442006000600017&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Fu, X., Li, X., Huang, L., & Wu, Y. (2018). Benthic macroinvertebrate assemblages in a subalpine river: patterns, controls and conservation implications. *Aquatic Ecology*, 52(2), 187-199. doi: 10.1007/s10452-018-9656-7
- G, C. (1994). Composición y abundancia del zoobentos del Arroyo Toledo (Uruguay) y su relación con la calidad de agua. *Revista Chilena de Historia Natural*, 67(2), Art. 2. <https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-chilena-de-historia-natural/articulo/composicion-y-abundancia-del-zoobentos-del-arroyo-toledo-uruguay-y-su-relacion-con-la-calidad-de-agua>

- Gil-Agudelo, D., & Osorno, A. (2007). Composición Biótica, Estado y Distribución de los Litorales Rocosos de Islas del Rosario (Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo—PNNCRSB), Caribe Colombiano. - Estado del Conocimiento de los Litorales Rocosos en Colombia. 1692-5025, 166-171.-
- Guerra, J. L. S., & Solórzano, M. C. (2014). Habitat social, digno, sostenible y seguro en Manta, Manabí, Ecuador.
- Guerrero, A. Capote, A (2017) Diversidad trófica de moluscos asociados a macroalgas en el sublitoral de la bahía de Santiago de C sublitoral de la bahía de Santiago de Cuba
- Quiroz, H. C., Cynthia, M. J., & Judith, R. (2009). Análisis de los componentes zoobentónicos en un bordo temporal utilizado para acuicultura extensiva en Norte del Estado de Guerrero, México. 10.
- Hernández, V. (2016). Ecología de los anfípodos asociados a macroalgas en litorales rocosos. 54.
- Hernández-Miranda, E., Veas, R., Krautz, M. C., Hidalgo, N., Martín, F., & Quinones, R. (2021). bio-indicadores de contaminación marina costera y filtros de exclusión de organismos bentónicos y nectónicos en sistemas de captación de agua de mar (pp. 269-288).
- Hurtado Gualán, Ocean. Mario Hurtado Domínguez, MSc. Álvaro Dahik Garzozzi, Ing. Geovagi Flores Yagua, & Egres. Blgo. Juliana García Aguilera. (2017). Estrategia Nacional para la Gestión de Agua de Lastre en Ecuador (p. 892). Hurtado & Hurtado Asociados Ambiente y Desarrollo Sostenible Cía.
Ltda.https://www.obraspublicas.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2019/04/SPTMF_GTE_INFORME-FINALENGAL-24-11-2016-rev-GTE-FEBRERO-2017-LMF.pdf
- Jiménez, Analí, Marquina, Robert, & Quipúzcoa, Luis. (2018). Anfípodos bentónicos (Amphilocheida y Senticaudata) en el centro norte de la plata forma continental del Perú. Revista Peruana de Biología, 25(4), 371-406. <https://dx.doi.org/10.15381/rpb.v25i4.15531>
- Logan, D., Townsend, K. A., Townsend, K., & Tibbetts, I. R. (2008). Meiofauna sediment relations in leeward slope turf algae of Heron Island reef. Hydrobiologia, 610(1), 269-276. <https://doi.org/10.1007/s10750-008-9442-9>
- Mayor, D. M. V. (2012). Diversidad, abundancia y distribución de las macroalgas en la zona intermareal rocoso en las playas de Salinas, La libertad y Ballenita (península de Santa elena – Ecuador octubre – noviembre 2009)”.

- Menge, B. A. (2000). Top-down and bottom-up community regulation in marine rocky intertidal habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 250(1-2), 257-289.
[https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(00\)00200-8](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(00)00200-8)
- Miloslavich, P. y Carbonini, A. (2010). Manual de muestreo para comunidades costeras, protocolo para litorales rocosos y praderas de fanerógamas marinas. Caracas: Universidad Simón Bolívar.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad.
- Núñez, S. López, N. García, C. Navas, G. (1999) Caracterización Y comportamiento bimensual de la Comunidad sésil asociada con el litoral rocoso de Bocachica, Isla de Tierra Bomba, Caribe Colombiano
- Pennington, T; Mahoney, K; Kuwahara, V; Kolber, D; Calienes, R; Chavez, F. (2006). Primary production in the eastern tropical Pacific: A review. *Monterey Bay Aquarium Research Institute. Progress in Oceanography* 69: 285-317
- Pla, Laura. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000800008&lng=es&tlng=es.
- Pool, D. P., & Herrera, P. L. A. (2014). Diversidad en el bento marino-costero, cap 3 --Duran, R. Mendez, M. (2010) Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatan. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA, (144-145) pp.
- Ramirez, L. (2021) Análisis de la biodiversidad y abundancia de moluscos macrobentónicos en 9 playas de la provincia de Santa Elena - Ecuador, durante 2012 - 2019.
- Raven FRS John, Ken Caldeira, Harry Elderfield FRS, Ove Hoegh-Guldberg, Peter Liss, Ulf Riebesell, Shepherd FRS, Carol Turley, & Andrew Watson FRS. (2005). Ocean acidification due to increasing atmospheric carbon dioxide. 12/05, 68.
- Rios, E. C., Haimovici, M., Peres, J. A. A., & Santos, R. dos. (1994). *Seashells of Brazil* (2nd ed). Editora da FURG.
- Rosales González C. (2021). Comportamiento de los parámetros físicoquímicos y su relación con el evento el niño en cuatro estaciones de la costa ecuatoriana, 2010-2020 [Universidad Estatal

Península De Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8083/4/UPSE-TBI2022-0023.pdf>

- Ruano, I. (2009) Análisis de los Factores determinantes de la Ictiofauna Intermareal de la Bahía de Cádiz
- Sant, S. & De Grado, A. (1997). Zonación de un litoral rocoso en la costa sur del Golfo de Cariaco (Quetepe), Estado Sucre, Venezuela. *Saber*, 9(1), 69-75.
- Sellanes, J., Neira, C., & Quiroga, E. (2003). Composición, estructura y flujo energético del meiobentos frente a Chile central. *Revista chilena de historia natural*, 76(3), 401-415. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2003000300006>
- Sibaja-Cordero, J. A., & Vargas-Zamora, J. A. (2006). Zonación vertical de epifauna y algas en litorales rocosos del Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 54.
- Stephenson, T. A., & Stephenson, A. (1949). The Universal Features of Zonation Between Tide-Marks on Rocky Coasts. *The Journal of Ecology*, 37(2), 289. <https://doi.org/10.2307/2256610>
- Tobías, A. M., Algarra, A. F., Yanes, L. L., León, M. V., Sevilla, M. d., Londoño, R., & Quiroga, S. (2013). Meiofauna sublitoral de la bahía de Santiago de Cuba *InfoZOA*.
- Vaca, A. G. B., Bonilla, A. E. S., & Caiza, C. A. M. (2022). Composición y estructura comunitaria del Phylum Echinodermata en la zona rocosa intermareal de San Lorenzo-Salinas, Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 9(2), Art. 2. <https://doi.org/10.26423/rctu.v9i2.670>
- Veiga, P., Sousa-Pinto, I., & Rubal, M. (2016). Meiofaunal assemblages associated with native and non-indigenous macroalgae. *Continental Shelf Research*, 123, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2016.04.007>
- Yáñez, A. (2015) Composición estructura y biomasa de la meiofauna intermareal de san pedro de Manglaralto, Ecuador
- WoRMS Editorial Board. (2017). World register of marine species, disponible en: <http://www.marinespecies.org>. doi:10.14284/170
- XANTUS, Jhon. Descriptions of Three New Species of Starfishes from Cape St. Lucas . Estados Unidos, The Academy, 1860, p. 565-583. ISBN: 1345058438 [Consultado: 13 de enero 2022]. Disponible en: <https://www.biodiversitylibrary.org/page/26297715>.