



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 *Colpomenia sinuosa* en el litoral rocoso de Barbasquillo, desde noviembre 2021 - abril 2022, Manta-Ecuador.

Autores

Mateo Mauricio Zambrano Cedeño

Andrea Estefanía Gómez Palma

Periodo 2022 – 2

Tutor: Blg. Quijije López Luber Javier Mg.

CARACTERIZACIÓN DEL ZOOBENTOS ASOCIADO A LA MACROALGA *Colpomenia sinuosa* EN EL LITORAL ROCOSO DE BARBASQUILLO, DESDE NOVIEMBRE 2021 - ABRIL 2022, MANTA-ECUADOR.

Zambrano Cedeño Mateo¹, Gómez Palma Andrea¹

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

RESUMEN

El zoobentos desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas acuáticos. No obstante, en la provincia de Manabí, específicamente en la ciudad de Manta, estos organismos han sido poco estudiado. Por consiguiente, el objetivo de este trabajo fue caracterizar el zoobentos asociado a la macroalga *Colpomenia sinuosa* en el litoral rocoso de la playa Barbasquillo, en Manta, Ecuador. Para ello, se realizaron muestreos de noviembre de 2021 hasta abril de 2022 mediante 2 transectas paralelas y 2 perpendiculares a la línea de playa. Se encontraron un total de 13 especies, de las cuales *Columbella rusticoidea* fue la más abundante (60.4%), seguido de *Cerithium litteratum* (14.8%) y *Cerithium gallapaginis*. No se detectó una correlación significativa entre el índice de Simpson y el pH ($t = 0.10792$, $df = 10$, $p = 0.9162$), pero la relación con temperatura fue significativa ($t = 3.0676$, $df = 10$, $p = 0.01189$). De igual manera, no se encontró una correlación significativa entre el índice de Shannon y el pH ($t = 0.069826$, $df = 10$, $p = 0.9457$), pero la relación con la temperatura fue significativa ($t = 3.0453$, $df = 10$, $p = 0.01235$). Se concluye que los moluscos son el grupo dominante en la macroalga *Colpomenia sinuosa* en Barbasquillo. Además, la temperatura influyó en la diversidad de especies, no así, el pH.

Palabras clave: Abundancia, Diversidad, Moluscos, pH, Temperatura.

ABSTRACT

Zoobenthos plays a fundamental role in aquatic ecosystems. However, in the province of Manabí, specifically in the city of Manta, these organisms have been little studied. Therefore, the objective of this work was to characterize the zoobenthos associated with the macroalga *Colpomenia sinuosa* on the rocky shoreline of Barbasquillo beach, in Manta, Ecuador. For this, tests were carried out from November 2021 to April 2022 through 2 parallel transects and 2 perpendiculars to the beach line. A total of 13 species were found, of which *Columbella rusticoidea* was the most abundant (60.4%), followed by *Cerithium litteratum* (14.8%) and *Cerithium gallapaginis*. No significant correlation was detected between the Simpson index and pH ($t = 0.10792$, $df = 10$, $p = 0.9162$), but the relationship with temperature was significant ($t = 3.0676$, $df = 10$, $p = 0.01189$). Similarly, no significant relationship was found between the Shannon index and pH ($t = 0.069826$, $df = 10$, $p = 0.9457$), but the relationship with temperature was significant ($t = 3.0453$, $df = 10$, $p = 0.01235$). It is concluded that molluscs are the dominant group in the macroalga *Colpomenia sinuosa* in Barbasquillo. Also, pH did not influence species diversity, but temperature did.

Keywords: Abundance, Diversity, Molluscs, pH, Temperatura.

1. Introducción

El zoobentos es un conjunto diverso de animales ($> 500 \mu\text{m}$) que generalmente se encuentran alrededor de sedimentos y plantas acuáticas (Strayer, 2009; Mineeva et al., 2022). Dentro de este grupo se encuentran las larvas de insectos, anélidos, moluscos, macrocrustáceos y microcrustáceos bénticos (Wondie, Seyoum y Fetahi, 2012). Estos organismos desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas acuáticos, ya que sirven de alimento para una gran variedad de organismos que habitan en este tipo de ecosistemas (Strayer, 2009). Se suelen alimentar de fitoplancton, zooplancton o detritos orgánicos (Xue, Su y Xie, 2015). También se ha observado que estos animales presentan una gran irregularidad espacial en la composición y abundancia de especies (Strayer, 2009). Por ejemplo, Baryshev (2020) encontraron una gran variabilidad en diferentes sitios, con valores que iban de 0.06 a 42.6 mil espec./m². Además, algunas especies de zoobentos se pueden utilizar para la limpieza del agua (Xue et al., 2015).

Colpomenia sinuosa (Derbès y Solier, 1851) es una especie de macroalga parda que pertenece al orden Phaeophyceae y se caracteriza por tener un talo de color marrón claro a marrón verdoso (Kanagasabhapathy, Yamazaki, Ishida, Sasaki y Nagata, 2009; Titlyanov, Titlyanova, Li y Huang, 2017). Este talo se expande irregularmente en un rango que va desde los 10 a los 30 cm de diámetro (Titlyanov et al., 2017). Esta macroalga parda se distribuye tanto en aguas templadas como tropicales de todo el mundo (Cho, Choi, Kim y Boo, 2009), inclusive es considerada una especie invasora (Naturalist contributors, 2023). Las zonas intermareales rocosas son lugares en donde comúnmente suelen crecer y reproducirse este tipo de algas (Lee, Kim y Lee, 2001; Freitas Toste, Isabel Parente, Isabel Neto y Lawson Fletcher, 2003; Titlyanov et al., 2017). *C. sinuosa* tiene reproducción de tipo sexual y asexual (Kogame, 1997; Freitas Toste et al., 2003). Además, se ha demostrado que *C. sinuosa* tiene gran capacidad para eliminar metales pesados en soluciones acuosas (Cirik, Molu Bekci, Buyukates, Ak y Merdivan, 2012).

Barbasquillo se encuentra ubicado al sur de la ciudad de Manta ($0^{\circ}56'37.0''\text{S } 80^{\circ}44'40.7''\text{W}$). En la actualidad Barbasquillo es una de las zonas más turística de Manta. Esto ha traído consigo un gran desarrollo para este sector. De hecho, en la actualidad se caracteriza por tener una gran variedad bares, restaurantes y hoteles (Vera Vera, Veloz Camejo y Párraga Basurto, 2021). Esta zona también se distingue por ser de estrato social medio y alto (Janeth, 2015). La zona cuenta con una playa que se caracteriza por sus sensacionales acantilados y su fácil accesibilidad (Escudero Camacho, Donoso Falconí y Azuero Arias, 2012). Sin embargo, durante los últimos años, como producto del acelerado desarrollo, ha provocado muchas críticas por sus posibles efectos negativos en la zona (Janeth, 2015).

En Ecuador los estudios sobre este tipo organismos se han centrado principalmente en las Islas Galápagos (Muschiol y Traunspurger, 2009), en el Golfo de Guayaquil (Cruz, 2002; Yáñez Abad, 2021), en San Pedro de Manglar alto y en Salinas (Calles et al., 2002; Calles, 2011; Yáñez Suárez y Calles Procel, 2015; Larreategui Murillo, 2019). No obstante, en la provincia de Manabí, específicamente en la ciudad de Manta estos organismos han sido poco estudiados, a pesar de que desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas acuáticos (Strayer, 2009). Por esta razón, el objetivo de este trabajo fue caracterizar el zoobentos asociado a la macroalga *C. sinuosa* en el litoral rocoso de la playa Barbasquillo, en Manta, Ecuador.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

Esta investigación se realizó en la zona intermareal rocosa de Barbasquillo, Manta, Ecuador (Fig. 1). Esta zona se localiza al sur de la ciudad de Manta y, además, ha ido creciendo durante los últimos años como consecuencia de inversiones realizadas por el sector privado (Córdova Araujo, 2015).

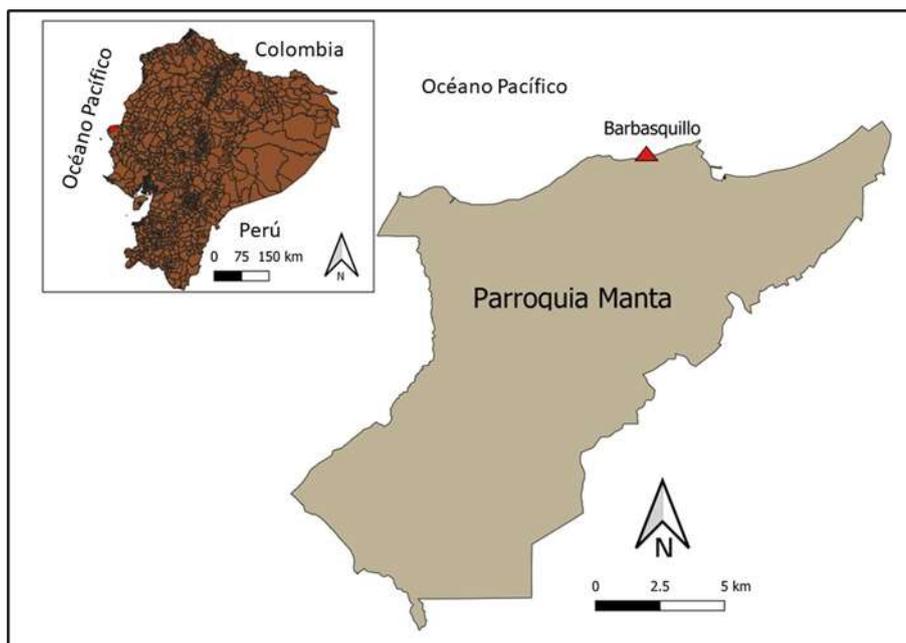


Fig. 1. Mapa con la zona donde se realizaron los muestreos durante el estudio

2.2 Fase de campo

El trabajo de campo se realizó de noviembre de 2021 hasta abril de 2022. Durante esta fase, se llevaron a cabo 2 muestreos por mes en marea baja. El intervalo de tiempo entre los dos muestreos fue de 15 días. Para determinar la hora y días más adecuados, se utilizó la tabla de marea del Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada (INOCAR).

Se utilizaron 2 transectas paralelas y 2 perpendiculares a la línea de playa (4 en total), formando un área de 50m^2 (5×10 m). Una vez estructurado la superficie, se ubicaron 5 cuadrantes de 1m^2 , los cuales se distribuyeron uno en cada esquina y otro en el centro del área de 50m^2 (Fig. 2).

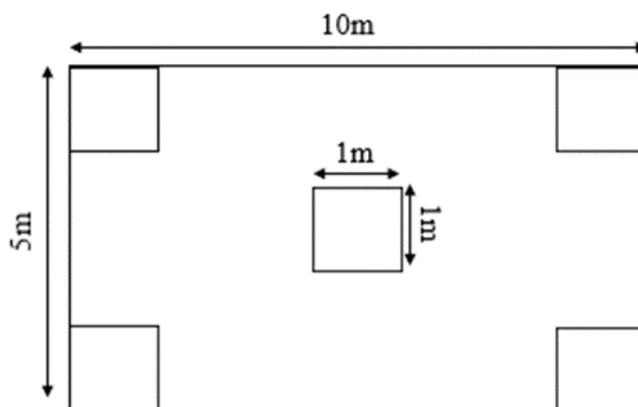


Fig. 2. Esquema de marcación de cuadrantes en la transecta

Posteriormente, se recolectaron 50 muestras de alga (10 muestras por cuadrante) por transecto. Además, se tomaron medidas de pH (precisión $\pm 0,05$) en escala NBS y temperatura (precisión $\pm 0,02$) con un equipo marca vivosun. Estos muestreos se realizaron en la zona mesolitoral.

Finalmente, las muestras obtenidas se transportaron al laboratorio en recipientes transparentes con formaldehído al 4% diluido en agua de mar y buferado con tetraborato de sodio, como recomiendan Florez-Leiva, Gavio, Díaz-Ruiz, Camacho y Díaz-Pulido (2010).

2.3 Fase de laboratorio

En el laboratorio de la Facultad Ciencias del Mar de la ULEAM, se procesaron y limpiaron las muestras. Para identificar y contar los organismos que se hallaron en la macroalga *Colpomenia sinuosa*, se utilizó un microscopio y las guías de identificación elaboradas por Fischer, Krupp, Schneider, Sommer y Carpenter (1995), Ortiz y Jimeno (2001), del Pilar Ruso, Casalduero, de la Ossa Carretero, Lizaso y Esplá (2014) y De León González et al. (2021)

2.4 Análisis estadístico

Para estimar la diversidad de el zoobentos asociada a la macroalga *Colpomenia sinuosa* y relacionarla con el pH y la temperatura, se utilizaron los siguientes índices diversidad:

2.4.1 Índice de Shannon-Weaver

El índice de Shannon-Weaver es uno de los más utilizados como indicador ecológico de diferentes ecosistemas marinos (Hosokawa, Momota, Chariton, Naito y Nakamura, 2021) y su fórmula es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

Donde H es el índice de Shannon, S el número de especies, p_i es la abundancia relativa de cada especie, log es logaritmo base 10.

2.4.2 Índice de Simpson

Como complemento al índice de Shannon-Weaver, se utilizó el índice de Simpson:

$$D = 1 - \frac{\sum ni (ni - 1)}{N (N - 1)}$$

Donde D es el índice de Simpson, S es el número de especies, n_i es el número de ejemplares por especie, N es el total de organismos presentes.

2.4.3 Coeficiente de correlación de Pearson

La temperatura y pH se relacionaron con los índices de diversidad a través del coeficiente de correlación de Pearson:

$$r = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n}}{\sqrt{\left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}\right] \left[\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}\right]}}$$

3. Resultados

3.1 Factores fisicoquímicos

El pH tuvo un rango de 7.2 a 7.99, con un promedio de 7.89 ± 0.22 (Fig. 3a). No se encontraron diferencias significativas entre los valores del pH de los diferentes meses de muestreo (Anova, $p > 0.05$, Fig. 4a) con la única distinción que el valor del pH en el mes de abril tuvo un descenso mismo que no resultado siendo significativo. Por su parte, la temperatura se encontró entre 23.4 a 29.5 °C, con un promedio de $26.09 \text{ °C} \pm 1.98$ (Fig. 3b). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de la temperatura en los meses de muestreo (Anova, $p < 0.05$). Específicamente, entre los meses de abril-noviembre, abril-diciembre y abril-febrero, según la prueba a posteriori de Tukey ($p < 0.05$, Fig. 4b)

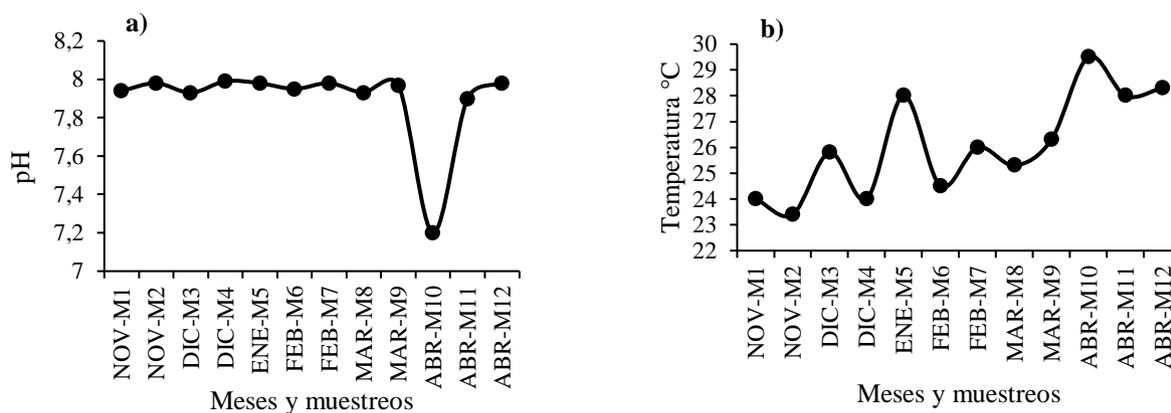


Fig. 3. Valores de a) pH y b) temperatura en el litoral rocoso de Barbasquillo de noviembre 2021 – abril 2022.

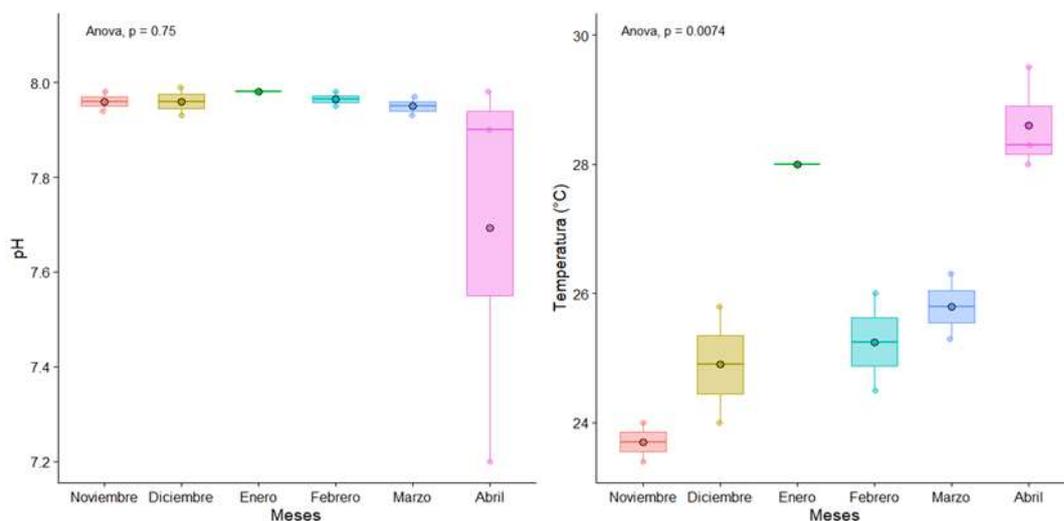


Fig. 4. Valores del a) pH y b) temperatura por meses en el litoral rocoso de Barbasquillo de noviembre 2021 – abril 2022.

3.2 Caracterización de organismos presentes

Se encontraron un total de 5 filum, compuestos por 6 clases, 10 familias y 13 especies (Fig. 5; Tabla 1). Las especies dominante fueron *Columbella rusticoides* (60.4%), seguido de *Cerithium litteratum* (14.8%) y *Cerithium gallapaginis* (7.1%; Fig. 6).

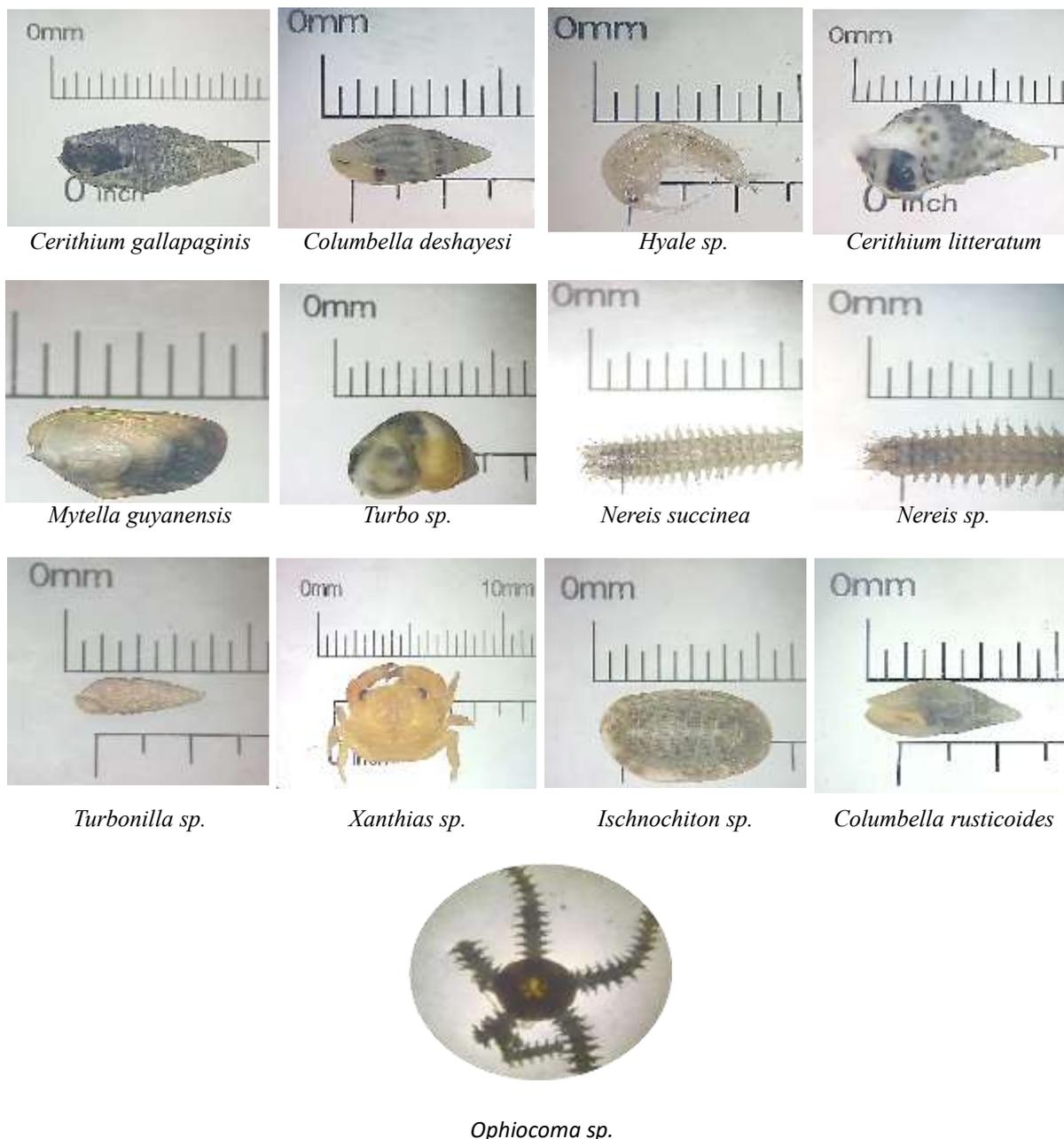


Fig. 5. Especies encontradas en el litoral rocoso de Barbasquillo de noviembre 2021- abril 2022

Tabla 1. Grupos taxonómicos encontrados en el Litoral rocoso de Barbasquillo durante los meses de noviembre 2021 – abril 2022.

Taxas					Abundancia	
Filum	Clase	Familia	Género	Especies	Absoluta (No.)	Relativa (%)
Arthropoda	Malacostraca	Hyalidae	Hyale	<i>Hyale sp.</i>	49	5.8
		Xanthidae	Xanthias	<i>Xanthias sp.</i>	27	3.2
	Bivalvia	Mytilidae	Mytella	<i>Mytella guyanensis</i>	16	1.9
		Cerithiidae	Cerithium	<i>Cerithium litteratum</i>	125	14.8
Mollusca	Gasteropoda	Columbellidae	Columbella	<i>Columbella rusticooides</i>	510	60.4
				<i>Columbella deshayesi</i>	3	0.4
		Pyramidellidae	Turbonilla	<i>Turbonilla sp.</i>	2	0.2
		Turninidae	Turbo	<i>Turbo sp.</i>	27	3.2
	Polyplacophora	Ischnochitonidae	Ischnochiton	<i>Ischnochiton sp.</i>	2	0.2
Echinodermata	Ophiuroidea	Ophiocomidae	Ophiocoma	<i>Ophiocoma sp.</i>	2	0.2
Anelida	Polychaeta	Nereididae	Nereis	<i>Nereis sp.</i>	10	1.2
				<i>Nereis succinea</i>	12	1.4
Total					845	100

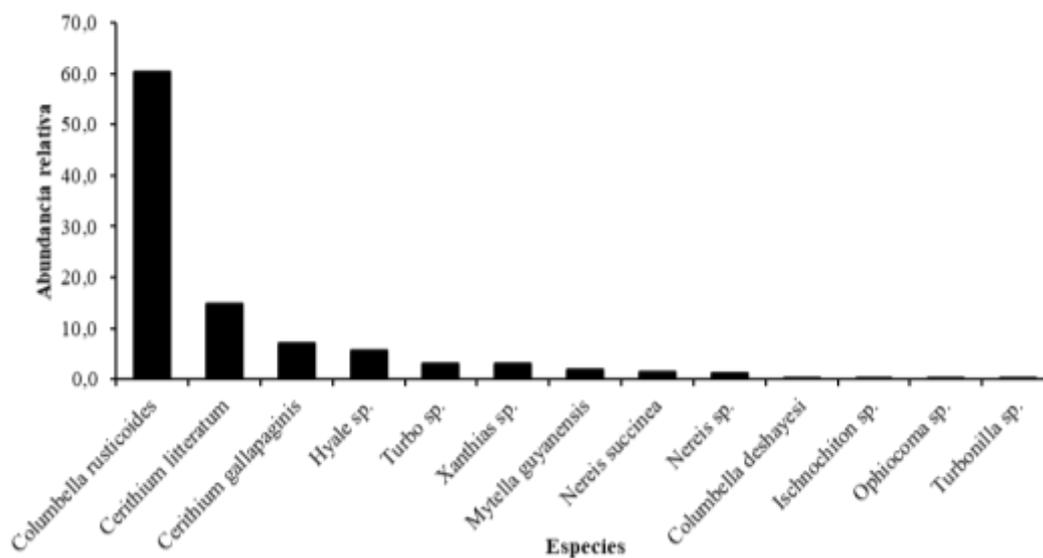


Fig. 6. Especies de zoobentos más abundantes en Barbasquillo.

3.2 Índices ecológicos

Durante los 12 muestreos, los valores del índice de diversidad de Shannon fluctuaron entre 0.82 y 1.97, con un promedio de 1.24 ± 0.30 (Fig. 7). No se detectaron diferencias entre los diferentes meses en el índice de Shannon (Anova, $p > 0.05$, Fig. 8a). Por otra parte, el índice de Simpson mostró un intervalo de 0.36 a 0.83, con una media de 0.60 ± 0.14 (Fig. 7). Tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los valores del índice de Simpson en los diferentes meses de muestreo (Anova, $p > 0.05$, Fig. 8b).

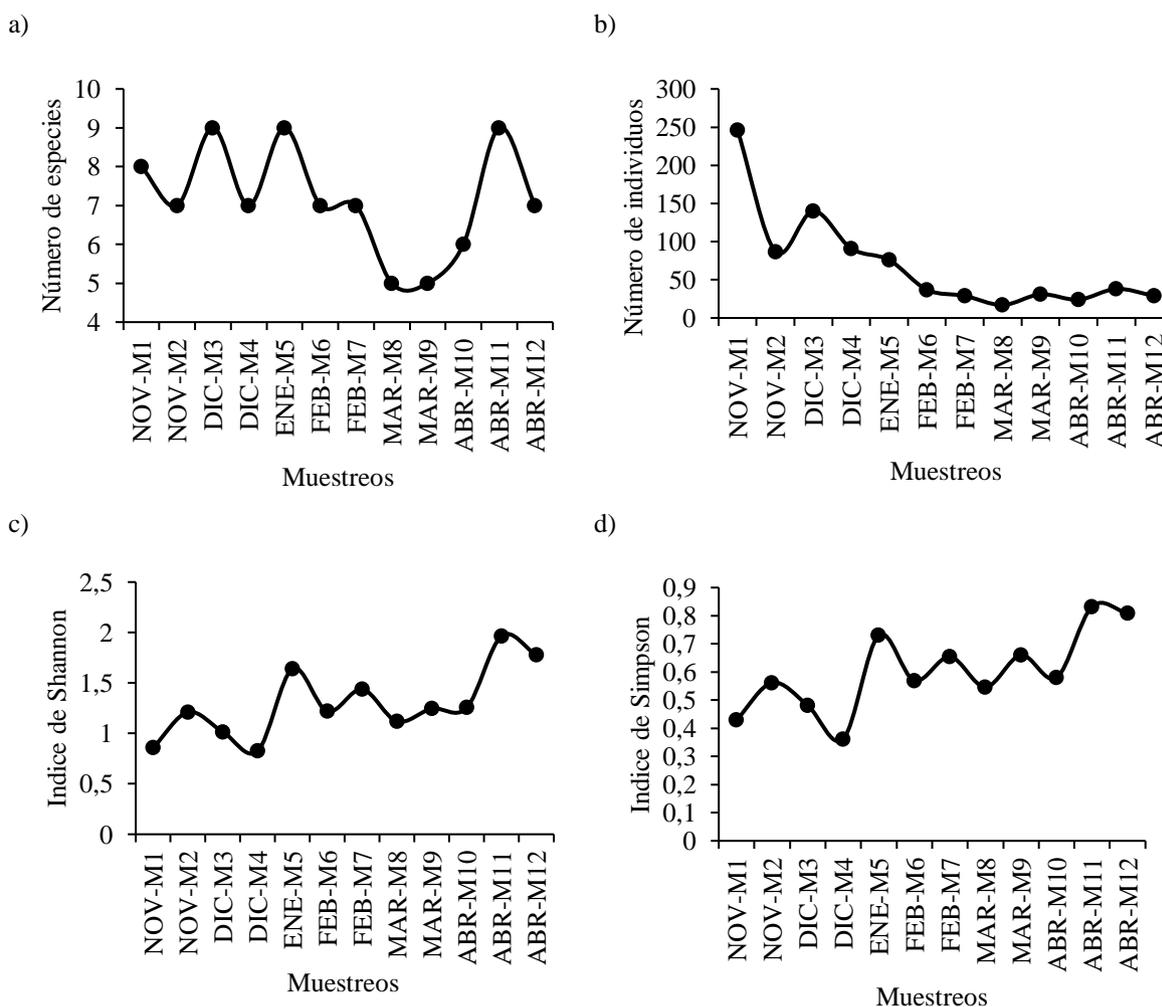


Fig. 7. Valores del a) número de especies, b) número de individuos, c) índice de Shannon, d) índice de Simpson durante los 12 muestreos.

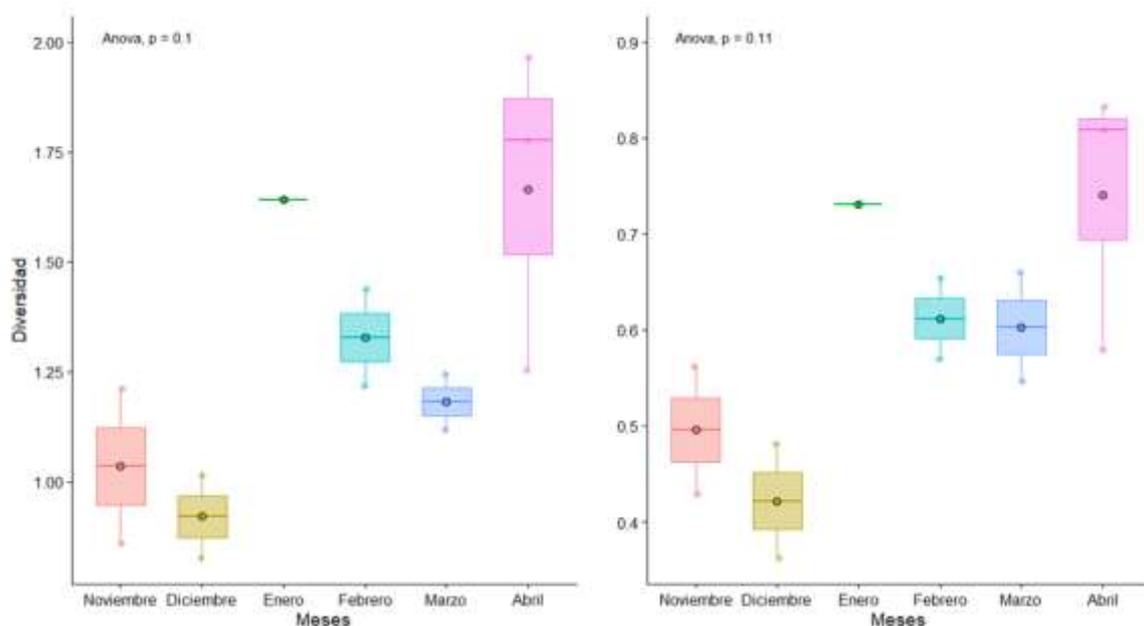


Fig. 8. Valores del a) índice de Shannon y b) índice de Simpson por meses.

3.3 Relación entre índices ecológicos y parámetros fisicoquímicos

No se detectó una correlación significativa entre el índice de Simpson y el pH ($t = 0.10792$, $df = 10$, $p = 0.9162$, figura 9a), pero la relación con temperatura sí fue significativa ($t = 3.0676$, $df = 10$, $p = 0.01189$, figura 9b). De igual manera, no se encontró una correlación significativa entre el índice de Shannon y el pH ($t = 0.069826$, $df = 10$, $p = 0.9457$, figura 10a), pero la relación con la temperatura sí fue significativa ($t = 3.0453$, $df = 10$, $p = 0.01235$, figura 10b).

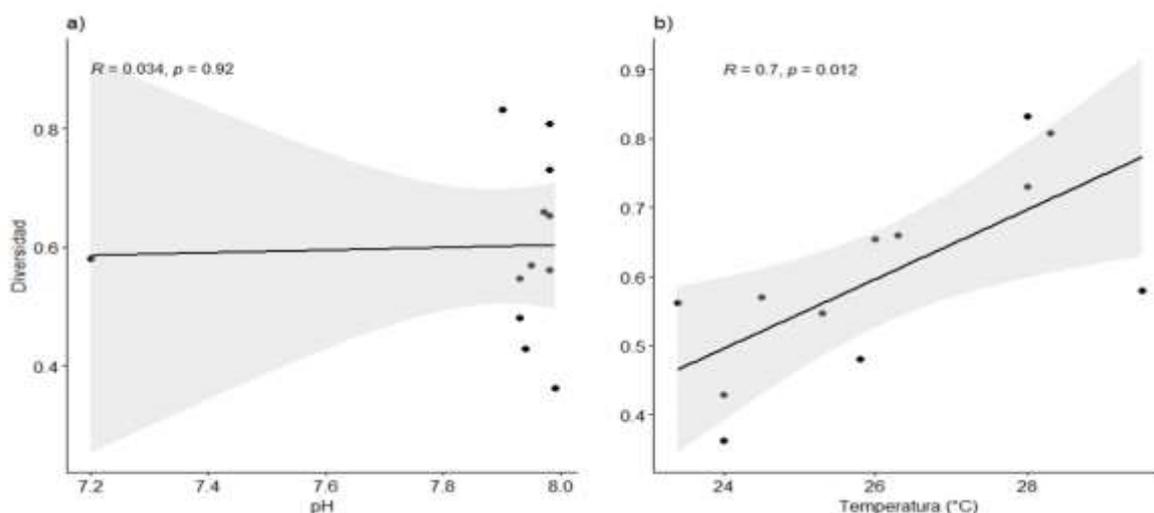


Fig. 9. Relación entre el índice de diversidad de Simpson y a) pH y b) temperatura

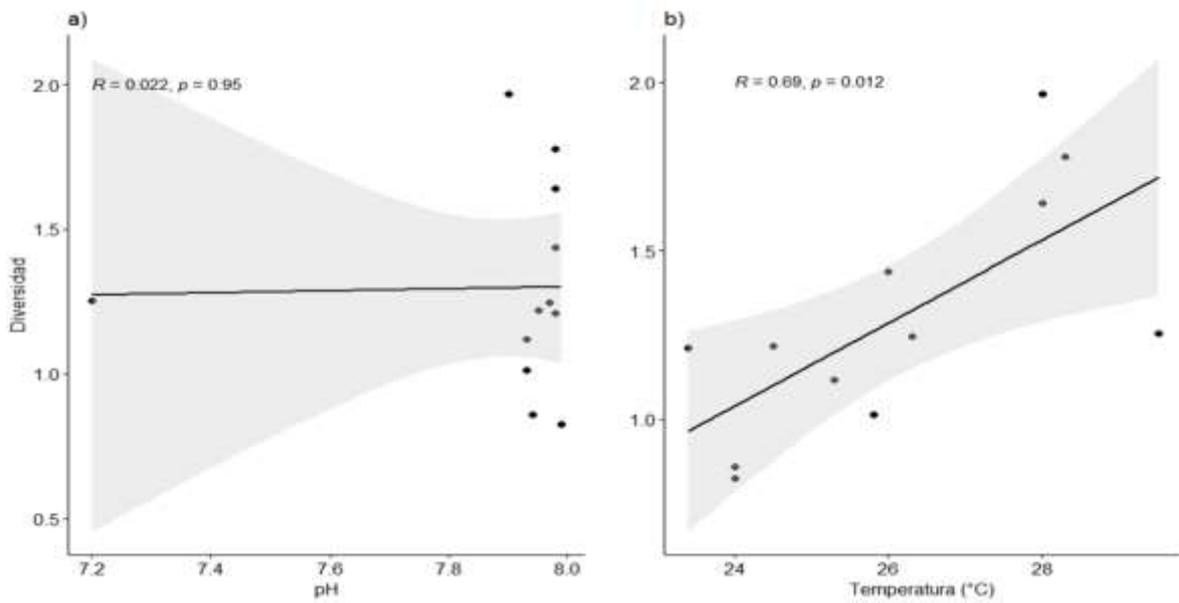


Fig. 10. Relación entre el índice de diversidad de Shannon y a) pH y b) temperatura.

No se encontró una correlación significativa entre la abundancia con el pH ($t = 0.65301$, $df = 10$, $p = 0.5285$, fig. 11a) y la temperatura ($t = -1.7009$, $df = 10$, $p = 0.1198$, fig. 11b).

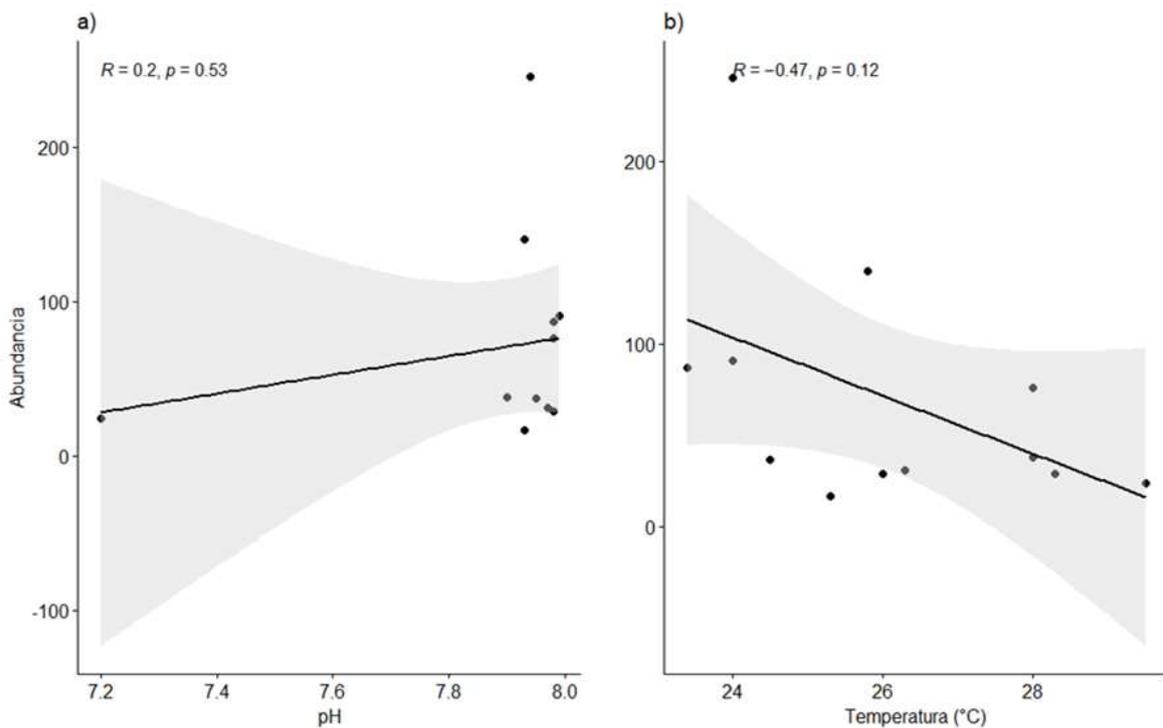


Fig. 11. Relación entre la abundancia y a) pH y b) temperatura.

4. Discusión

4.1 Factores fisicoquímicos

Al medir los niveles de pH en la zona, se descubrió que oscilaban entre 7.2 y 7.9. Esta medición es significativamente más baja en comparación con los hallazgos anteriores de Villamar (2013) en Manta, Ecuador, que registró un rango de pH de 8.15 a 8.28. Esta disminución en los niveles de pH podría ser una indicación alarmante de la acidificación de los océanos en la región, como lo demuestra el posible impacto negativo de las aguas ácidas en los organismos de la zona intermareal, según estudios de Sarmiento, Souza, Esteves y Santos (2015) y Lee, Torres y Manríquez (2017). Un aumento de la acidez, también conocido como acidificación de los océanos, puede afectar el crecimiento, la reproducción y la supervivencia de los organismos marinos (Kurihara, 2008; Whiteley, 2011; Kroeker et al., 2013). También puede alterar la composición del agua de mar circundante, lo que dificulta que los organismos marinos construyan caparazones o esqueletos, lo que puede afectar negativamente a toda la cadena alimentaria (Doney, Fabry, Feely y Kleypas, 2009; Kroeker, Kordas, Crim y Singh, 2010). En última instancia, esto puede provocar el colapso del ecosistema y pérdidas económicas significativas para las comunidades costeras que dependen de estos recursos (Castillo-Briceño y Navarrete-Mier, 2015). Ante esto, es fundamental realizar un monitoreo continuo de los niveles de pH del océano en Ecuador utilizando instrumentos de alta precisión para determinar si existe una disminución significativa.

En Ecuador existen dos estaciones. La época seca y la lluviosa. La primera se caracteriza por tener temperaturas bajas, mientras que la segunda por tener temperaturas altas (Chinacalle-Martínez et al., 2021). La mayor parte de este estudio fue realizado durante la época lluviosa, con la excepción del mes de noviembre. Chinacalle-Martínez et al. (2021) encontraron que la temperatura superficial del mar durante la época lluviosa es mayor a 24 °C. Esto es consistente con lo encontrado en este trabajo, en donde el promedio fue de 26.1 °C. Por su parte, Villamar (2013) notificó un rango de 23.6 °C a 27.5°C, lo cual es bastante parecido a lo encontrado en esta investigación. Sin embargo, en este estudio los valores en el intervalo de la temperatura fueron más amplios (23.4 a 29.5 °C). Es probable que esto se deba a que el tiempo de monitoreo en este estudio fue mayor, lo cual permitiría encontrar un rango más holgado de temperatura (Kroeker, Kordas, Crim y Singh, 2010). Varios estudios coinciden con el hecho de que la temperatura es un parámetro crítico que influye en la fisiología, el comportamiento y la distribución de los organismos que se encuentran en las zonas intermareales (Helmuth et al., 2002; Sponaugle et al., 2002; Huey et al., 2009). Por lo tanto, es imprescindible seguir monitoreando este

parámetro durante los próximos años de manera continua para comprender el impacto que puede llegar a tener los cambios de temperatura en el zoobentos.

4.2 Caracterización de organismos presentes

Este estudio versa sobre el zoobentos asociado a *C. sinuosa* en el Litoral Rocoso de Barbasquillo. Los resultados obtenidos en esta investigación han arrojado a la luz interesantes hallazgos. Por ejemplo, se observó que la especie más abundante encontrada en el área fue *Columbella rusticooides*, perteneciente al phylum Mollusca. Curiosamente, este hallazgo es consistente con las observaciones realizadas por Cruz (2013) con respecto a que la zona intermareal rocosa de Manta está dominada principalmente por moluscos. De igual manera, estudios realizados en Perú y Colombia por Paredes, Cardoso y Tarazona (1999) y Herrera Paz, Londoño Cruz y Blanco (2013) también reportaron que los moluscos son los más abundantes en áreas similares.

Estos resultados similares de estudios diferentes realizados en áreas con características parecidas sugieren que las especies que forman parte del phylum Mollusca puede ser común en las zonas intermareales rocosas del Océano Pacífico centro-oriental. Por lo tanto, se necesitan estudios adicionales, las cuales podrían investigar los factores que contribuyen a la abundancia de esta especie en dichas zonas, como los factores ambientales o la presión de depredación. Esto podría ayudar a comprender los roles ecológicos que juega esta especie en las zonas intermareales rocosas y contribuir a un conocimiento más amplio de la distribución del zoobentos en la región. Además, los estudios sobre el zoobentos asociado con otras macroalgas en la región podrían proporcionar una imagen más completa de la diversidad y distribución de la vida marina en las zonas costeras de Ecuador.

4.3 Índices ecológicos

Los ecologistas suelen utilizar los índices de Shannon y Simpson como métrica estándar para evaluar la diversidad en un ecosistema determinado (Roswell, Dushoff y Winfree, 2021). El presente estudio también se basó en estos dos índices. Estas medidas han resultado útiles para evaluar los niveles de contaminación del agua (González, 2012).

En este estudio, el índice de Shannon arrojó un promedio de 1.24, lo que sugiere una contaminación moderada, según el sistema de clasificación de Wilhm y Dorris (1968) (Tabla 2). De hecho, estudios previos realizados en la ciudad de Manta ya ha reportado ciertos niveles de contaminación (Molina Flores, 2015; González Arteaga y González Arteaga, 2016; Cevallos, 2020). Por lo tanto, los hallazgos de esta investigación resaltan la necesidad de esfuerzos continuos de monitoreo y la inclusión de variables ambientales adicionales para mejorar las regulaciones existentes sobre contaminación en Manta.

Tabla 2. Clasificación de la calidad del agua, de acuerdo con Wilhm y Dorris (1968)

Valores (H ⁺)	Clasificación de la contaminación
< 1	Fuerte
1-3	Moderada
> 3	Sin contaminación

4.4 Relación entre índices ecológicos y parámetros fisicoquímicos

No se encontró una relación significativa entre los índices de diversidad y el pH. Es probable que esto se deba a que no existieron grandes cambios en el pH a lo largo de los muestreos, con la excepción del muestreo número 10, en donde el pH disminuyó a 7.2. Otra explicación a este resultado puede ser la gran capacidad que tienen los organismos de las zonas intermareales para adaptarse a cambios extremos en su entorno (Zeppilli et al., 2018). De hecho, Bang et al. (2018) mencionan que estas especies deben tener una importante plasticidad fisiológica para prosperar en este tipo de ambientes. Por otra parte, sí se encontró una relación significativa entre los índices de diversidad y la temperatura. Esto podría deberse a que la temperatura influye a través de sus efectos sobre la cinética bioquímica (Allen, Brown y Gillooly, 2002). Sin embargo, esto podría estar sesgado porque el intervalo de temperatura no fue muy amplio (Gao y Su, 2022). Existe mucha controversia en torno a los posibles factores que provocan esta relación positiva entre la temperatura y la diversidad (Gao y Su, 2022). De hecho, Evans, Warren y Gaston (2005) identificaron nueve posibles razones.

En este trabajo se planteó que la temperatura influye sobre la diversidad de organismos a través de sus efectos sobre la cinética bioquímica tal y como lo mencionan Allen et al. (2002). Sin embargo, esto es mera especulación. Por lo tanto, los factores subyacentes que provocaron este fenómeno en el presente trabajo no quedan del todo claro.

En este estudio se encontraron un total de 13 especies. Las especies más abundantes fueron *Columbella rusticoidea* (60.4%), seguido de *Cerithium litteratum* (14.8%) y *Cerithium gallapaginis* (7.1%). El phylum dominante fue el de los moluscos. No se encontró una correlación significativa entre los índices de diversidad y el pH, pero sí con la temperatura. La relación entre la abundancia y los parámetros medidos (pH y temperatura) no fue significativa. Se recomienda que en futuros estudios incluyan variables fisicoquímicas, microbiológicas y toxicológicas con el fin de obtener explicaciones concluyentes sobre las relaciones intra e interespecífica.

Agradecimiento.

Agradecemos a nuestro tutor, el Biólogo Javier Quijije por llevarnos de la mano junto al desarrollo de este trabajo de titulación como así también agradecer a todos los docentes que impartieron sus profesionales conocimientos a lo largo de esta formación profesional.

Yo Mateo, agradezco a mis padres por el apoyo y la enseñanza del trabajo duro y honesto en mi proceso universitario. Así también a mi hermana que es motivo de ejemplarle la superación, como también a mi novia por ser mi compañera incondicional durante todo este tiempo de aprendizajes.

Yo Andrea, agradezco a toda mi familia por brindarme su apoyo en este largo camino, y de manera especial agradezco a mi mama que sé que estaría orgullosa de verme aquí el día de hoy. Y agradezco a mi novio por no dejarme doblegar nunca y sostenerme firme en cada momento que necesite.

Literatura citada

- Allen, A. P. Brown, J. H. y Gillooly, J. F. (2002). Global biodiversity, biochemical kinetics, and the energetic-equivalence rule. *Science*, 297(5586), 1545-1548.
- Arroyo, N. L. Maldonado, M. Pérez-Portela, R. y Benito, J. (2004). Distribution patterns of meiofauna associated with a sublittoral Laminaria bed in the Cantabrian Sea (north-eastern Atlantic). *Marine Biology*, 144(2), 231-242. doi:10.1007/s00227-003-1191-8
- Bang, C. Dagan, T. Deines, P. Dubilier, N. Duschl, W. J. Fraune, S., . . . Bosch, T. C. G. (2018). Metaorganisms in extreme environments: do microbes play a role in organismal adaptation? *Zoology*, 127, 1-19. doi:https://doi.org/10.1016/j.zool.2018.02.004
- Baryshev, I. (2020). Zoobenthos of pools of rapid rivers: composition, abundance, and trophic structure (based on the example of Eastern Fennoscandia). *Inland water biology*, 13, 69-78.
- Calles, A. (2011). Variación temporal de las Comunidades de la Meiofauna en una Playa del Ecuador. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 24(1).
- Calles, A. K. Domínguez, L. Guartatanga, S. Ruiz, V. González, K. de Grunauer, C. R., . . . Vincx, M. (2002). Interannual variability of the meiobenthos and hyperbenthos communities from two Ecuadorian sandy beaches (1999-2001). *Investigaciones marinas*, 30(1), 135-137.
- Calles, A. Vincx, M. Cornejo, P. y Calderon, J. (2005). Patterns of meiofauna (especially nematodes) in physical disturbed Ecuadorian sandy beaches. *Meiofauna Marina*, 14, 121-129.
- Castillo-Briceño, P. y Navarrete-Mierb, F. (2015). Potenciales Impactos de la Acidificación de los Océanos para las Pesquerías y Acuicultura Marina en Ecuador. TILAPIA & CAMARONES Sociedad Latinoamericana de Acuicultura, 7(24), 28-33.
- Cevallos, J. E. M. (2020). Contaminación ambiental de los ríos bravo y muerto, y su incidencia en la salud de los habitantes de la parroquia Los Esteros, Cantón Manta. Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional, 5(2), 556-578.
- Chinacalle-Martínez, N. García-Rada, E. López-Macías, J. Pinoargote, S. Loor, G. Zevallos-Rosado, J., . . . Robalino-Mejía, C. (2021). Oceanic primary production trend patterns along coast of Ecuador. *Neotropical Biodiversity*, 7(1), 379-391.

- Cho, G. Y. Choi, D. W. Kim, M. S. y Boo, S. M. (2009). Sequence repeats enlarge the internal transcribed spacer 1 region of the brown alga *Colpomenia sinuosa* (Scytosiphonaceae, Phaeophyceae). *Phycological Research*, 57(3), 242-250.
- Cirik, Y. Molu Bekci, Z. Buyukates, Y. Ak, İ. y Merdivan, M. (2012). Heavy metals uptake from aqueous solutions using marine algae (*Colpomenia sinuosa*): kinetics and isotherms. *Chemistry and Ecology*, 28(5), 469-480.
- Córdova Araujo, P. d. l. A. (2015). *Factibilidad del proyecto de construcción de un hotel en el sector los almendros de la ciudad de Manta*. Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Económicas.
- Cruz, M. (2002). Meiofauna del Golfo de Guayaquil, Ecuador (Río Guayas, Canal Cascajal y Estero Salado), obtenida en abril de 1997.
- Cruz, M. (2013). Especies de moluscos submareales e intermareales y macrofauna bentónica de la Bahía de Manta, Ecuador.
- De León González, J. A. Bastida Zavala, J. R. Carrera Parra, L. F. García Garza, M. E. Sergio Ignacio, S. V. Solís Weiss, V. y Tovar Hernández, M. A. (2021). Anélidos marinos de México y América tropical.
- Del Pilar Ruso, Y. Casalduero, M. F. G. de la Ossa Carretero, J. A. Lizaso, J. L. S. y Esplá, A. Á. R. (2014). *Guía práctica para la identificación de familias de poliquetos*: Editorial Club Universitario.
- Doney, S. C. Fabry, V. J. Feely, R. A. y Kleypas, J. A. (2009). Ocean acidification: the other CO₂ problem. *Annual review of marine science*, 1, 169-192.
- Escudero Camacho, L. J. Donoso Falconí, S. A. y Azuero Arias, C. A. (2012). *Hotel "Nalu Kay"*. Quito, 2012.
- Evans, K. L. Warren, P. H. y Gaston, K. J. (2005). Species–energy relationships at the macroecological scale: a review of the mechanisms. *Biological reviews*, 80(1), 1-25.
- Fischer, W. Krupp, F. Schneider, W. Sommer, C. y Carpenter, K. E. (1995). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca: Pacífico centro-oriental. Volúmenes 1-3*: FAO.

- Florez-Leiva, L. Gavio, B. Díaz-Ruiz, M. Camacho, O. y Díaz-Pulido, G. (2010). Recolección y preservación de macroalgas marinas: una guía para estudios ficológicos. *Intropica*, 97-103.
- Freitas toste, M. Isabel parente, M. Isabel neto, A. y Lawson fletcher, R. (2003). LIFE HISTORY OF COLPOMENIA SINUOSA (SYCTOSIPHONACEAE, PHAEOPHYCEAE) IN THE AZORES 1. *Journal of phycology*, 39(6), 1268-1274.
- Gao, J. y Su, Q. (2022). A comprehensive analysis of the relationship between temperature and species diversity: the case of planktonic foraminifera. *Frontiers in Marine Science*, 2391.
- González Arteaga, C. E. y González Arteaga, H. Y. (2016). Evaluación química y microbiológica de la playa de “los esteros” en la ciudad de Manta.
- González, S. H. (2012). Indicadores biológicos de calidad de las aguas superficiales de la subcuenca del Río Viejo, utilizando Fitobentos (Diatomeas). *Universidad y Ciencia*, 6(9), 20-23.
- Helmuth, B. Harley, C. D. Halpin, P. M. O'Donnell, M. Hofmann, G. E. y Blanchette, C. A. (2002). Climate change and latitudinal patterns of intertidal thermal stress. *Science*, 298(5595), 1015-1017.
- Herrera Paz, D. L. Londoño Cruz, E. y Blanco, J. F. (2013). Distribución espacial del ensamblaje de macroinvertebrados asociada al litoral rocoso del PNN ensenada de Utria, Pacífico colombiano.
- Hosokawa, S. Momota, K. Chariton, A. A. Naito, R. y Nakamura, Y. (2021). The use of diversity indices for local assessment of marine sediment quality. *Scientific reports*, 11(1), 1-12.
- Huey, R. B. Deutsch, C. A. Tewksbury, J. J. Vitt, L. J. Hertz, P. E. Álvarez Pérez, H. J. y Garland Jr, T. (2009). Why tropical forest lizards are vulnerable to climate warming. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1664), 1939-1948.
- iNaturalist contributors, i. (2023). iNaturalist Research-grade Observations. iNaturalist.org. Occurrence dataset. doi:<https://doi.org/10.15468/ab3s5x>
- Janeth, C. V. (2015). *Evaluación del Impacto Ambiental en Rellenos Clandestinos: Sector de Barbasquillo del Cantón Manta 2014*. Universidad de Guayaquil, Dirección de Posgrado, Maestría en Administración
- Kanagasabhpathy, M. Yamazaki, G. Ishida, A. Sasaki, H. y Nagata, S. (2009). Presence of quorum-sensing inhibitor-like compounds from bacteria isolated from the brown alga *Colpomenia sinuosa*. *Letters in applied microbiology*, 49(5), 573-579.

- Kogame, K. (1997). Life histories of *Colpomenia sinuosa* and *Hydroclathrus clathratus* (Scytosiphonaceae, Phaeophyceae) in culture. *Phycological Research*, 45(4), 227-231.
- Kroeker, K. J. Kordas, R. L. Crim, R. Hendriks, I. E. Ramajo, L. Singh, G. S., . . . Gattuso, J. P. (2013). Impacts of ocean acidification on marine organisms: quantifying sensitivities and interaction with warming. *Global change biology*, 19(6), 1884-1896.
- Kroeker, K. J. Kordas, R. L. Crim, R. N. y Singh, G. G. (2010). Meta-analysis reveals negative yet variable effects of ocean acidification on marine organisms. *Ecology letters*, 13(11), 1419-1434.
- Kurihara, H. (2008). Effects of CO₂-driven ocean acidification on the early developmental stages of invertebrates. *Marine Ecology Progress Series*, 373, 275-284.
- Larreategui Murillo, C. J. (2019). *Biodiversidad y variación interanual de la meiofauna en las playas de San Pedro de Manglaralto y Salinas, Ecuador (2004-2007-2013)*. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil.
- Lee, J. W. Kim, Y. H. y Lee, H.-B. (2001). The Community Structure of Intertidal Marine Benthic Algae in the East Coast of Korea. *Algae*, 16(1), 113-118.
- Lee, M. R. Torres, R. y Manríquez, P. H. (2017). The combined effects of ocean warming and acidification on shallow-water meiofaunal assemblages. *Marine Environmental Research*, 131, 1-9. doi:<https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2017.09.002>
- Mineeva, N. Lazareva, V. Litvinov, A. Stepanova, I. Chuiko, G. Papchenkov, V., . . . Schletterer, M. (2022). Chapter 2 - The Volga River. In K. Tockner C. Zarfl y C. T. Robinson (Eds.), *Rivers of Europe (Second Edition)* (pp. 27-79): Elsevier.
- Molina Flores, L. M. (2015). ANALISIS DE CALIDAD DEL AGUA EN EL SECTOR URBANO DEL MALECON DE MANTA, PROVINCIA DE MANABI.
- Muschiol, D. y Traunspurger, W. (2009). Life at the extreme: meiofauna from three unexplored lakes in the caldera of the Cerro Azul volcano, Galápagos Islands, Ecuador. *Aquatic Ecology*, 43(2), 235-248. doi:10.1007/s10452-008-9202-y
- Ortiz, M. y Jimeno, A. (2001). Guía ilustrada para la identificación de las familias y los géneros de los Anfípodos del suborden Gammaridea de la Península Ibérica. *Graellsia*, 57(2), 3-93.

- Paredes, C. Cardoso, F. y Tarazona, J. (1999). Invertebrados del intermareal rocoso del departamento de Lima, Perú: una lista comentada de especies. *Revista Peruana de Biología*, 6(2), 143-151.
- Roswell, M. Dushoff, J. y Winfree, R. (2021). A conceptual guide to measuring species diversity. *Oikos*, 130(3), 321-338.
- Sarmiento, V. Souza, T. Esteves, A. y Santos, P. (2015). Effects of seawater acidification on a coral reef meiofauna community. *Coral Reefs*, 34(3), 955-966.
- Sponaugle, S. Cowen, R. K. Shanks, A. Morgan, S. G. Leis, J. M. Pineda, J., . . . Grimes, C. (2002). Predicting self-recruitment in marine populations: biophysical correlates and mechanisms. *Bulletin of Marine Science*, 70(1), 341-375.
- Strayer, D. L. (2009). Benthic Invertebrate Fauna, Lakes and Reservoirs. In G. E. Likens (Ed.), *Encyclopedia of Inland Waters* (pp. 191-204). Oxford: Academic Press.
- Titlyanov, E. A. Titlyanova, T. V. Li, X. y Huang, H. (2017). Chapter 4 - Common Marine Algae of Hainan Island (Guidebook). In E. A. Titlyanov T. V. Titlyanova X. Li y H. Huang (Eds.), *Coral Reef Marine Plants of Hainan Island* (pp. 75-228): Academic Press.
- Vera Vera, R. Veloz Camejo, F. y Párraga Basurto, Y. (2021). Uso de Facebook en la promoción de hoteles categoría lujo de Manta en tiempo de COVID-19. *Siembra*, 8(1).
- Villamar, F. (2013). Estudio de los poliquetos (gusanos marinos) en la zona intermareal y submareal de la Bahía de Manta (Ecuador), y su relación con algunos factores ambientales, durante marzo y agosto del 2011.
- Whiteley, N. (2011). Physiological and ecological responses of crustaceans to ocean acidification. *Marine Ecology Progress Series*, 430, 257-271.
- Wilhm, J. L. y Dorris, T. C. (1968). Biological parameters for water quality criteria. *Bioscience*, 477-481.
- Wondie, A. Seyoum, M. y Fetahi, T. (2012). 14 - Trophic Interactions in Lake Tana, a Large Turbid Highland Lake in Ethiopia. In F. Jordán y S. E. Jørgensen (Eds.), *Developments in Environmental Modelling* (Vol. 25, pp. 217-235): Elsevier.
- Xue, Q. Su, X. y Xie, L. (2015). Advances on cyanotoxin toxicology of zoobenthos. *Acta Ecologica Sinica*, 35(14), 4570-4578.

Yáñez Abad, B. B. (2021). *Composición y abundancia de la meiofauna en el estuario interior del Golfo de Guayaquil*. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil.

Yáñez Suárez, A. B. y Calles Procel, A. (2015). *Composición, estructura y biomasa de la meiofauna intermareal de San Pedro de Manglaralto, Ecuador*.

Zeppilli, D. Leduc, D. Fontanier, C. Fontaneto, D. Fuchs, S. Gooday, A. J., . . . Kristensen, R. M. (2018). Characteristics of meiofauna in extreme marine ecosystems: a review. *Marine Biodiversity*, 48(1), 35-71.