



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

Tema

Distribución y abundancia de macroinvertebrados marinos asociados a la zona intermareal rocosa de San Mateo, desde julio a diciembre 2022, Manta-Ecuador.

Autores

Loor Briones Cristhian Andrés

Pincay Velasco Milena Marikler

Periodo 2022 – 2

Tutor: Blg. Quijije López Luber Javier Mg.

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE MACROINVERTEBRADOS MARINOS ASOCIADOS A LA ZONA INTERMAREAL ROCOSA DE SAN MATEO, DESDE JULIO A DICIEMBRE 2022, MANTA-ECUADOR.

Loor Briones Cristhian Andrés¹, Pincay Velasco Milena Marikler¹

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

RESUMEN

Las comunidades de macroinvertebrados son de una gran importancia, pues cumplen un rol ecológico indispensable en el funcionamiento biótico de las zonas intermareales, por ello su estudio es de vital interés para poder generar estrategias de conservación sobre estas comunidades. El objetivo de este trabajo fue determinar la distribución y abundancia de macroinvertebrados marinos en la zona intermareal rocosa de San Mateo. Para ello se hicieron muestreos semanales ejecutados en baja mar durante los meses de julio a diciembre del 2022 mediante la metodología de transectos lineales y cuadrantes, registrándose 18 cuadrantes por cada monitoreo. Se observaron 6793 individuos distribuidos en 4 Phylum y 22 especies. El phylum más abundante fue el Mollusca (71.3%) con la especie *Shiphonaria maura* (27.70%) como la más representativa, la cual se localizó en la zona supralitoral, observándose como menos abundantes los phylum Arthropoda (15.3%), Echinodermata (12.8%) y Anélida (0.46%). Se analizó la diversidad mediante los índices biológicos, los cuales evidenciaron una diversidad y riqueza de especies media según el índice de Shannon y Margalef, mientras que, el índice de Pielou mostro una alta equitatividad y una baja dominancia entre las especies según la dominancia de Simpson. No se mostraron diferencias significativas de los índices con los meses lluvioso y seco según la prueba de Wilcoxon. La zona más abundante fue la supralitoral (52.8%), encontrándose diferencias significativas con las zonas meso e infralitoral, ya que estas últimas presentaron una mayor similitud en el análisis de nMDS. Las variables fisicoquímicas no presentaron relaciones directas con los índices de diversidad, sin embargo, la abundancia tuvo correlaciones significativas con el pH y la salinidad según el estadístico de Pearson, mientras que la temperatura no presentó correlación significativa. Se concluye que la zona intermareal rocosa de San Mateo presenta una diversidad media, donde los moluscos fue el phylum más representativo y la zona supralitoral fue las más abundante, los parámetros de pH y salinidad están relacionados con la presencia de las especies.

Palabras clave: Macroinvertebrados, distribución, abundancia, intermareal.

ABSTRACT

Macroinvertebrate communities are of great importance, as they play an indispensable ecological role in the biotic functioning of intertidal zones, so their study is of vital interest in order to generate conservation strategies for these communities. The objective of this work was to determine the distribution and abundance of marine macroinvertebrates in the rocky intertidal zone of San Mateo. For this purpose, weekly sampling was carried out at low sea during the months of July to December 2022 using the methodology of linear transects and quadrats, registering 18 quadrats for each monitoring. A total of 6793 individuals distributed in 4 phylum and 22 species were observed. The most abundant phylum was the Mollusca (71.3%) with the species *Shiphonaria maura* (27.70%) as the most representative, which was located in the supralittoral zone, with the phylum Arthropoda (15.3%), Echinodermata (12.8%) and Annelida (0.46%) being observed as less abundant. Diversity was analyzed by means of biological indices, which showed a medium diversity and richness of species according to the Shannon and Margalef index, while the Pielou index showed a high level of equitability and a low dominance among species according to Simpson's dominance. There were no significant differences in the indexes between the rainy and dry months according to the Wilcoxon test. The most abundant zone was the supralittoral zone (52.8%), finding significant differences with the meso and infralittoral zones, since the latter showed greater similarity in the nMDS analysis. The physicochemical variables did not present direct relationships with the diversity indices; however, abundance had significant correlations with pH and salinity according to Pearson's statistic, while temperature did not present a significant correlation. It is concluded that the intertidal zone in this study presents a medium diversity, where mollusks were the most representative phylum and the supralittoral zone was the most abundant, the pH and salinity parameters are related to the presence of species.

Keywords: Macroinvertebrates, distribution, abundance, intertidal.

1. Introducción

Las zonas intermareales son consideradas como ecosistemas cambiantes y dinámicos, capaces de filtrar grandes cantidades de agua y reciclar nutrientes, albergando diferentes poblaciones de especies como los macroinvertebrados, las cuales están sometidas a acciones físicas y biológicas (McLachlan, 1989; McLachlan et al., 1995; Cruz, 2013; Fernández et al., 2014; Rey-Méndez et al., 2015; León Montero, 2018). Los macroinvertebrados tienen un papel importante en la biodiversidad y en la relación que cada uno ejerce en la cadena trófica, tanto en la producción y estabilidad del ecosistema (Limón Tigreiro, 2019).

Los invertebrados intermareales de ambientes rocosos son amenazados por acciones antropogénicas como la sobre explotación de su hábitat, la pesca industrial o artesanal y arrastres pesqueros, alterando el funcionamiento del ecosistema (Davenport & Davenport, 2006; Defeo et al., 2009; Baez Espinosa, 2015), y conocer la diversidad de especies y como están distribuidas en una zona geográfica específica son factores prioritarios para la gestión y manejo adecuado del medio ambiente (Ikomi et al., 2005; Sánchez-Fernández et al., 2007; Morley et al., 2014).

El área de estudio está ubicada en la parroquia de San Mateo, de la ciudad de Manta, provincia de Manabí, en esta parroquia se desarrollan actividades de pesca y también tiene una gran afluencia turística (Chamba Montes et al., 2021), también presenta varios puntos de zonas rocosas, por lo cual alberga ecosistemas intermareales que pueden ser afectados por la actividad antropogénica dando como resultado la pérdida y degradación de la biodiversidad (Nordlund et al., 2014). A pesar de lo mencionado anteriormente, aun no existen estudios de las comunidades que habitan en la zona rocosa intermareal de San Mateo. Por lo tanto, generar información acerca de la distribución y abundancia es de vital importancia para comprender el impacto que tienen las actividades antropogénicas y las perturbaciones naturales sobre los macroinvertebrados que habitan en la zona. Consecuentemente, esta información ayudara en la gestión de estrategias para la conservación del ecosistema en el área de estudio.

Estudios sobre la diversidad y abundancia de ecosistemas intermareales en el país, han sido limitados, destacándose investigaciones en poliquetos (Villamar, 1983, 1986, 1989), equinodermos (Sonnenholzner et al., 2013) y moluscos (Cruz, 1977, 1992a, 1992b, 1996, 2007, 2009; Mora y Reinoso, 1981; Mora, 1990; Arias Cedeño, 2012). Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es analizar la distribución y abundancia de macroinvertebrados marinos en el intermareal rocoso de San mateo, Manabí, Ecuador.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

El estudio se realizó en la parroquia de San Mateo, ubicada a 20 minutos de la ciudad de Manta ($0^{\circ}57'10.0''\text{S}$, $80^{\circ}48'45.0''\text{W}$), provincia de Manabí; dentro de la franja litoral de la zona intermareal rocosa. Es decir, desde la pleamar superior al nivel de baja mar inferior (Jael, 2021). Esta zona intermareal se caracteriza por presentar un terreno rocoso medianamente plano con diferentes sustratos, ocasionados por formaciones geológicas (J. Moreno et al., 2011).



Fig. 1 Área de estudio localizada en San Mateo, Manta, Manabí.

2.2. Fase de campo

Se realizaron muestreos semanales en los meses de junio a diciembre 2022, ejecutados en bajamar, para lo cual se utilizó la tabla de mareas del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (INOCAR). Siguiendo la metodología Miloslavich & Carbonini (2010), se establecieron 3 transectos lineales de 50 metros perpendiculares a la playa con 6 cuadrantes por cada transecto. El cuadrante tenía 1m^2 , elaborados con tubos de PVC de $1\frac{1}{2}$ pulgada. Se registró un total de 18 cuadrantes en cada monitoreo (6 cuadrantes por cada nivel intermareal: alto, medio y bajo). Un cuadrante y otro estaba separado por 8 metros de distancia respectivamente.

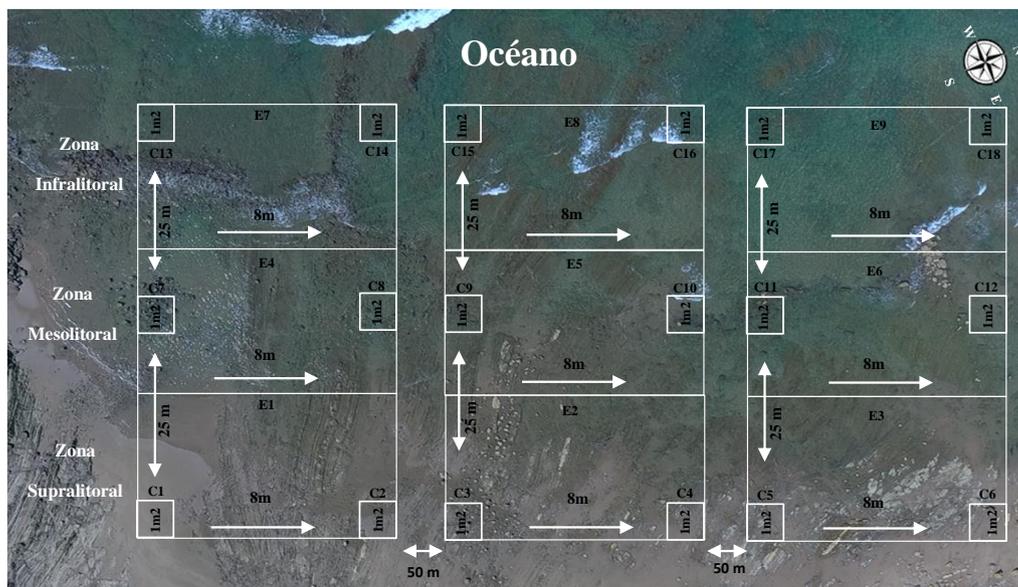


Fig 2. Distribución de las estaciones (E) y cuadrantes (C) Playa San Mateo.

Las especies encontradas en el área de estudio fueron capturadas y colocadas en recipientes etiquetados y fijados en formaldehído al 30% y 70% en agua de mar para su posterior identificación en el laboratorio. Como apoyo para la identificación taxonómica de macroinvertebrados se utilizaron guías científicas: Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca del Pacífico Centro-Oriental (Fischer et al., 1995), Guía ilustrada para reconocimiento de crustáceos braquiuros y anomuros con valor comercial del Perú (Carbajal Enzian & Santamaría, 2017), Cartilla de identificación de macroinvertebrados acuáticos (Andino Guarderas et al., 2017), Los cangrejos porcelánicos (Decapoda: Anomura) del Pacífico sur de México (García-Madriral & Andréu-Sánchez, 2010), Guía ilustrada Moluscos marinos gasterópodos y lamelibranquios de la costa de Chiapas, México (Penagos García, 2013), Guía de Los Moluscos de La Patagonia y del Sur de Chile (Frocelli, 2000).

La temperatura superficial del mar, el pH y la salinidad se registraron con el multiparámetro marca EXTEC, modelo EC500 con un rango de precisión ± 0.1 °C.

2.3. Procesamiento de datos

Los datos de los organismos identificados fueron tabulados en una tabla de Excel y agrupados por meses secos y meses lluviosos para su posterior análisis. Con base en el número de individuos y de especies colectados se estimará la abundancia relativa por especie para detectar cambios en las poblaciones a través del tiempo (Carrillo et al., 2000).

La diversidad de macroinvertebrados se estimó utilizando el Índice de diversidad de Shannon (Shannon, 1948), valores inferiores a 2 se consideran diversidad baja y superiores a 3 diversidad alta. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa (Pla, 2006).

La dominancia se estableció mediante el índice de Simpson, que es un indicador que permite el cálculo de la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar sean de la misma especie, el cambio de 0 a 1. Su recíproco, $(1 - \lambda)$, es un indicador de biodiversidad (López et al., 2017). Se toma la representación de las especies más valoradas en importancia sin evaluar la contribución de las especies restantes (C. Moreno, 2001). Valores cercanos al 0 dominancia baja y valores cercanos a 1 dominancia alta,

Se aplicó el índice de Margalef, para comprobar la diversidad de una comunidad en base a la distribución numérica de los organismos de las diferentes especies, en función al número total de organismos de la muestra examinada. Combina el número de especies (S) y el número de individuos (N) (Magurran, 2004). Valores menores a 2 es indicativo de baja riqueza de especies y valores superior a 5 refleja una riqueza alta.

La estimación de equitatividad se midió mediante el índice de uniformidad de Pielou (1969) que establece que todas las especies de la comunidad están representadas en la muestra. Pielou adopta valores entre 0 y 1, el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad (Martella et al., 2012).

Se evaluó la normalidad de los datos de los índices y abundancia con el estadístico de Shapiro-Wilk. Al no cumplirse normalidad en los datos se aplicó pruebas no paramétricas.

Los datos de pH, temperatura y salinidad se analizaron mediante la correlación de Spearman y de Pearson. La correlación de Spearman es una medida de asociación lineal que utiliza los rangos, números de orden de cada grupo de sujetos y compara dichos rangos. Se supondrán correlaciones positivas o negativas significativas o altamente significativas cuando el valor p-calculado sea <0.05 o 0.01 (Andrea et al., 2021). La correlación de Pearson que permite medir el grado de relación entre la presencia de los macroinvertebrados marinos se interpretará según lo descrito por Martínez Ortega et al. (2009). Se supondrán correlaciones positivas o negativas significativas o altamente significativas cuando el valor p-calculado sea <0.05 respectivamente (Custodio et al., 2018).

Para observar si existe diferencias significativas en los índices entre los meses lluvioso y seco se utilizó la prueba de Man Whitney Wilcoxon. Así mismo se realizó un Clúster para identificar las comunidades

con mayor similitud de las poblaciones de macroinvertebrados dentro de la zona intermareal, además de un Kruskal-Wallis a la abundancia de macroinvertebrados para observar si existen diferencias significativas entre las tres zonas del litoral (supra, meso e infralitoral), y una prueba post hoc de Wilcoxon para detectar donde están dichas diferencias entre las zonas, todas estas pruebas al igual que las gráficas se las realizó en el programa estadístico R Studio. Para visualizar las diferencias significativas en la zona intermareal se aplicó un escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) y un SIMPER para identificar las especies que más contribuyen en la comunidad en el programa Past3.

3. Resultados

Una vez realizado los monitoreos durante los seis meses de investigación, se logró identificar un total de 22 especies, pertenecientes a 4 Phylum y 17 familias (**Tabla 2**). Los moluscos evidenciaron las especies más abundantes y representativas con más del 56% del total de los organismos encontrados, siendo estos *Shiphonaria maura* (27.70%), *Arca zebra* (19.48%) y *Arcuatula senhousia* (9.48%) (Fig. 3a). Por otro lado, de los cuatro Phylum encontrados con mayor prevalencia fueron Mollusca (71.3%), Arthropoda (15.3%) y Echinodermata (12.8%) (Fig. 3b).

Tabla 2: Composición y abundancia de macroinvertebrados en la zona intermareal de San Mateo.

Taxas			Abundancia	
Phylum	Familia	Especie	Absoluta (No.)	Relativa (%)
Mollusca	Arcidae	<i>Arca zebra</i>	1323	19,48
	Mytilidae	<i>Arcuatula senhousia</i>	644	9,48
	Neritidae	<i>Nerita fulgurans</i>	153	2,25
		<i>Nerita scabricosta</i>	19	0,28
	Calyptraeidae	<i>Calyptraea cónica</i>	33	0,49
	Muricidae	<i>Thais melones</i>	236	3,47
		<i>Stramonita haemastoma</i>	66	0,97
	Olividae	<i>Olivella semistriata</i>	62	0,91
			<i>Shiphonaria maura</i>	1882
	Aplysiidae	<i>Dolabrifera dolabrifera</i>	431	6,34
Echinodermata	Cidaridae	<i>Eucidaris thouarsii</i>	10	0,15
	Echinometridae	<i>Echinometra vanbrunti</i>	330	4,86
	Toxopneustidae	<i>Toxopneustes roseus</i>	18	0,26
	Ophiocomidae	<i>Ophiocoma aethiops</i>	250	3,68
		<i>Ophiocoma alexandri</i>	262	3,86
Arthropoda	Grapsoidea	<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	198	2,91
		<i>Pachygrapsus transversus</i>	158	2,33
		<i>Pachygrapsus crassipes</i>	212	3,12
	Diogenidae	<i>Clibanarius erythropus</i>	120	1,77

	Coenobitidae	<i>Coenobita compressus</i>	89	1,31
	tetraclitidae	<i>Tetraclita sp</i>	266	3,92
Annelida	Amphinomidae	<i>Hermocide carunculata</i>	31	0,46
Total		22	6793	100,00

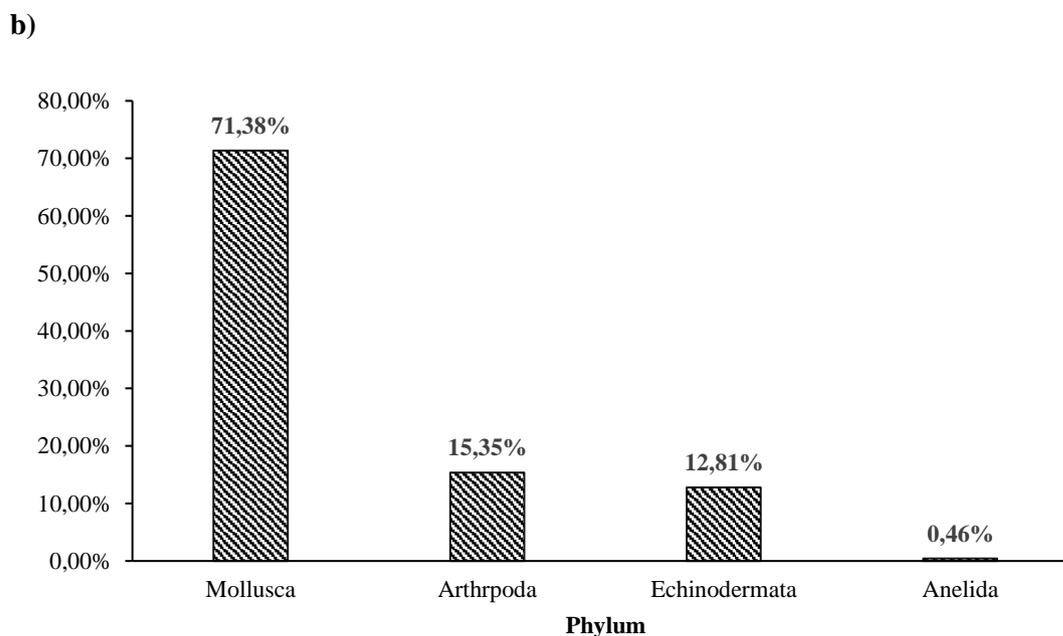
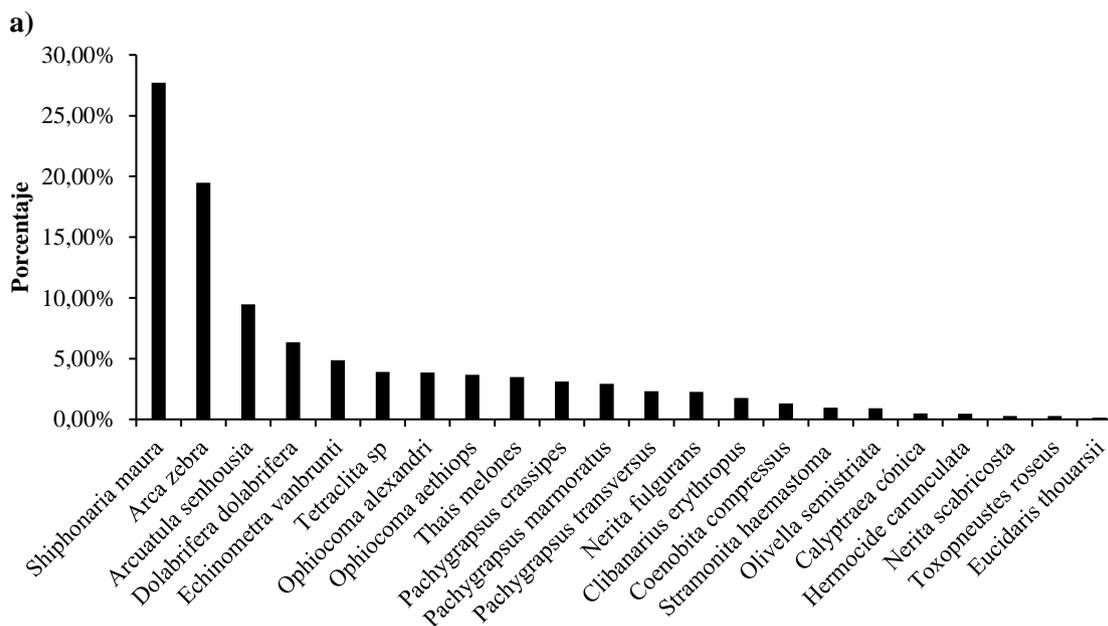


Fig. 3 Se observa el total de organismos (abundancia relativa) de macroinvertebrados en San Mateo **a)** especies y **b)** Phylum

Se comparan los índices de diversidad entre los meses seco que comprenden los meses de julio a octubre y los meses lluviosos de noviembre y diciembre.

La diversidad de Shannon fue de 2.13 ± 0.20 para los 6 meses de monitoreo, al realizar la separación del índice de Shannon por meses seco ($H' = 2.09 \pm 0.22$) y lluvioso ($H' = 2.20 \pm 0.13$), se registran valores similares, evidenciando una diversidad media la cual indica que el área estudio se encuentra en equilibrio. No se encontraron diferencias significativas en los índices de diversidad de Shannon entre los meses lluvioso y seco (Test Wilcoxon, $p > 0.05$) (Fig. 4a).

El índice de diversidad de Margalef no fue significativamente diferente entre la temporada lluviosa y seca (Test Wilcoxon, $p > 0.05$) (Fig. 4b). El valor promedio del índice de Margalef calculado durante el periodo de estudio fue de 2.25 ± 0.24 , al dividir el índice de Margalef por meses seco $D_{Mg} = 2.24 \pm 0.26$ y lluvioso $D_{Mg} = 2.27 \pm 0.20$, se obtuvieron valores similares, evidenciando una riqueza media en el área de estudio.

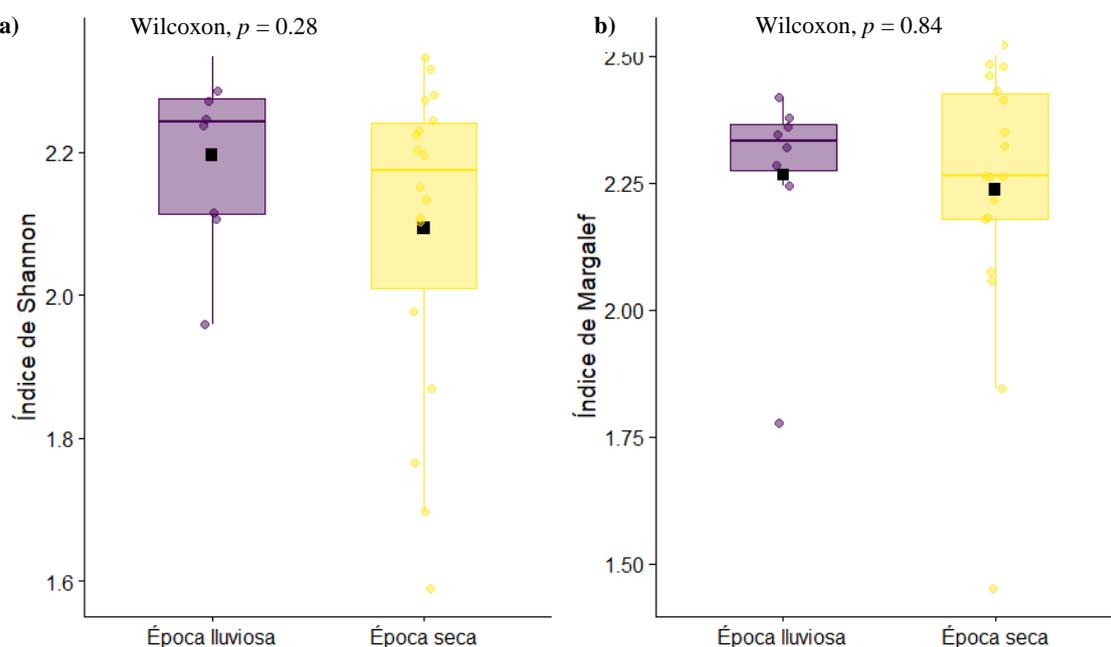


Fig. 4 Valores de los a) índices de Shannon y b) Margalef durante la época lluviosa y la época seca.

El promedio de los 6 meses del índice de Simpson fue de 0.17 ± 0.06 , lo cual representa una abundancia baja, y, al realizar la separación del índice de Simpson por temporada seca y lluviosa, se registran valores similares $D = 0.18 \pm 0.07$ y $D = 0.15 \pm 0.02$ lo que indica una dominancia baja, evidenciando una

equidad de individuos por especie. No se observaron diferencias significativas en los índices de Simpson entre los meses lluvioso y seco (Test Wilcoxon, $p>0.05$) (Fig. 5a).

El índice de Pielou durante el periodo de monitoreo obtuvo un promedio de 0.85 ± 0.04 , lo que indica que es relativamente alto, al realizar la separación por temporada seca $J'=0.85\pm 0.04$ y lluviosa $J'=0.85\pm 0.02$, se registran valores muy ajustados, evidenciando una similitud de abundancia en las especies. No se encontraron diferencias significativas en los índices de Pielou (Test Wilcoxon, $p>0.05$) entre los meses lluvioso y seco (Fig. 5b).

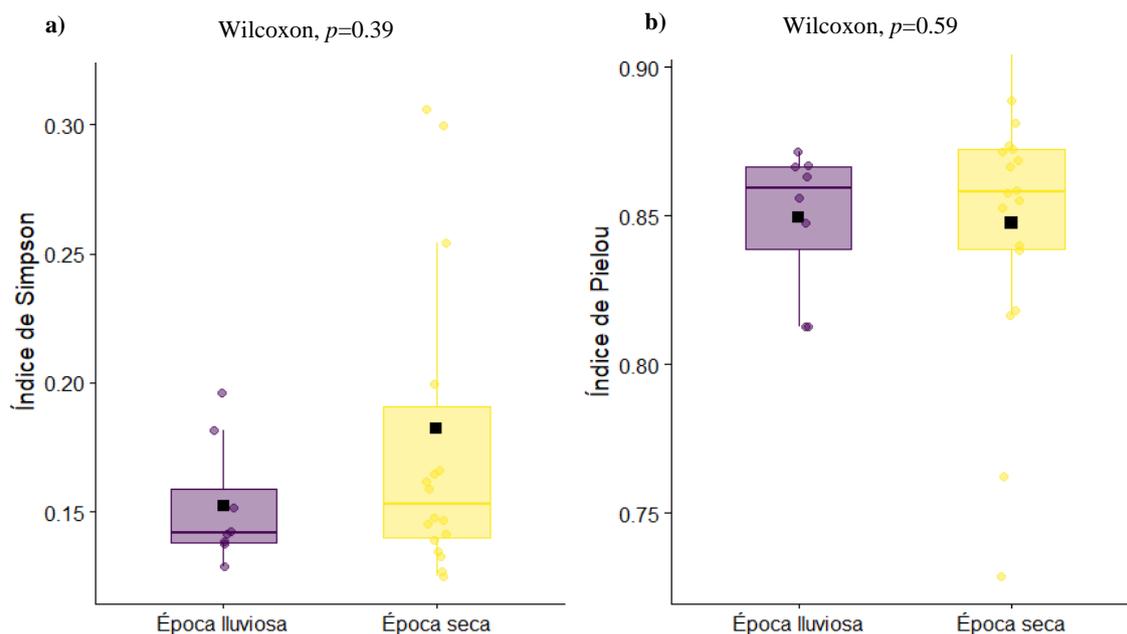


Fig. 5 Valores de los **a)** índices de Simpson y **b)** Pielou durante la época lluviosa y la época seca.

En la zona intermareal de San Mateo durante los monitoreos los índices de Shannon y Margalef mostraron valores altos en el mes de diciembre ($H'=2.24\pm 0.08$; $D_{mg}=2.35\pm 0.07$), demostrando una diversidad media, y, respecto a Simpson (0.15 ± 0.02) mostró el valor más bajo, evidenciando una dominancia baja, mientras el valor más alto de $J'=0.85\pm 0.04$ se mostró en septiembre. No obstante, en el mes de agosto los valores decrecen para $H'=2.01\pm 0.07$ y $J'=0.78\pm 0.08$, por lo que la dominancia tuvo un valor alto $D=0.21\pm 0.08$, en el mes de julio $D_{Mg}=2.13\pm 0.41$ mostró un valor bajo (Fig. 6). Evidenciando que durante los meses de estudio existió una diversidad media.

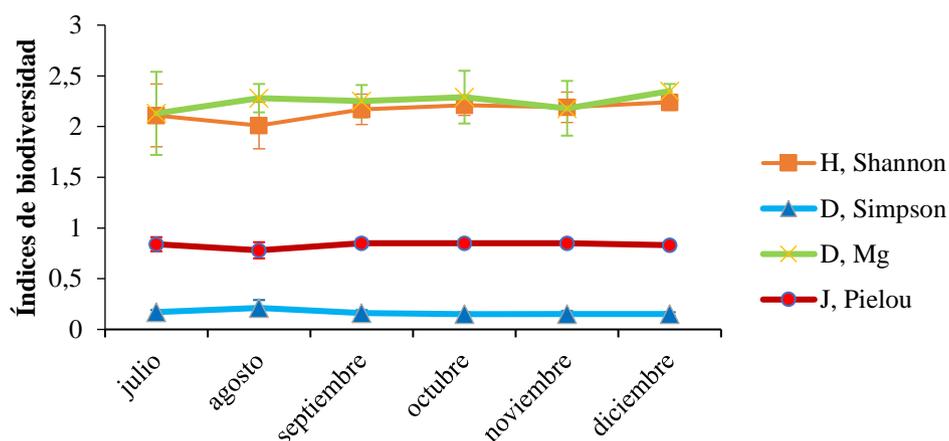
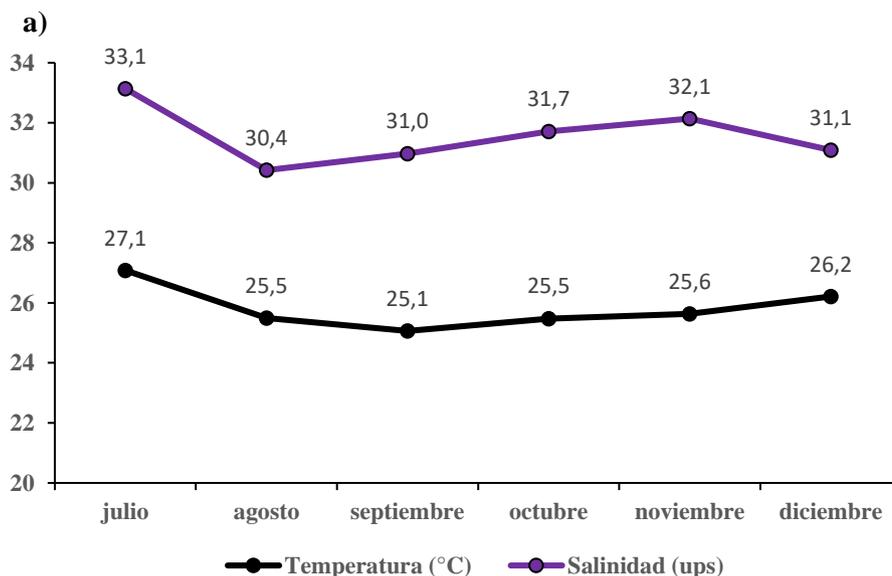


Fig. 6. Valores de los índices de biodiversidad a lo largo de los muestreos.

Durante el periodo de estudio la temperatura tuvo un promedio de 25.8 °C. En los meses de la época seca el promedio fue de 25.8 °C, observándose en el mes de julio el valor más alto 27.1°C y el valor más bajo 25.1°C en el mes de septiembre, mientras que, en los meses de lluvia el promedio fue de 25.9°C, siendo el mes de diciembre el valor más alto 26.2 °C y noviembre el más bajo 25.6°C (Fig. 7a). La salinidad registró un promedio de 31.6 ups, presentando en la temporada seca un promedio de 31.7 ups, donde el mes de julio obtuvo el valor más alto 33.1 ups y en agosto el valor más bajo (30.4 ups). Respecto a los meses de lluvia, la salinidad se promedió en 31.3 ups, registrando un pulso alto en noviembre (32.1 ups) y en diciembre un descenso de 31.1 ups (Fig. 7a). El pH tuvo una media de 7.3, donde en los meses seco obtuvo un promedio de 7.4, mientras que, en los meses de lluvia el promedio fue de 7.3 (Fig. 7b).



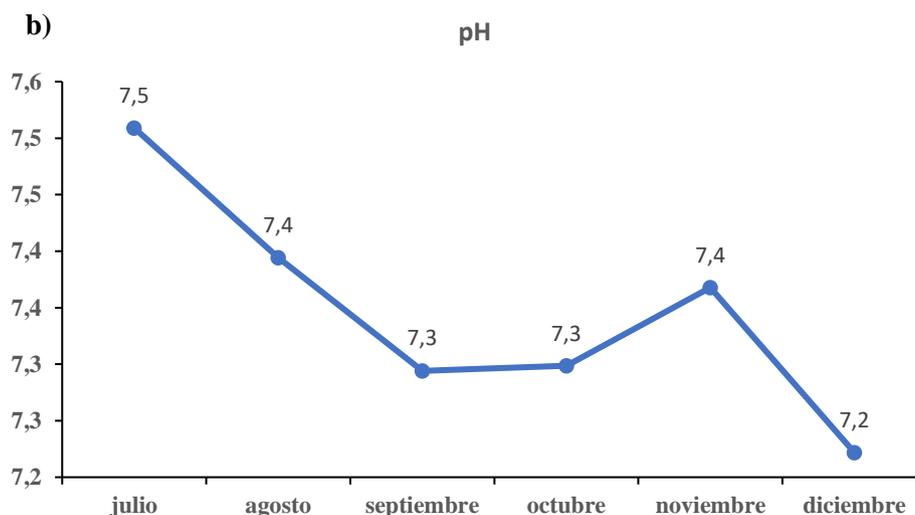


Fig. 7: Valores de **a)** temperatura, salinidad y **b)** pH a lo largo de los muestreos.

La prueba de Shapiro-Wilk evidenció que la distribución de todos los índices no cumplió con el supuesto de normalidad ($p < 0,05$), mientras que la abundancia tuvo una distribución normal ($p > 0,05$) (Tabla 3). Todas las correlaciones entre los índices evaluados y los parámetros fisicoquímicos no fueron estadísticamente significativas según la prueba de correlación de Spearman (Tabla 4). La abundancia presentó correlaciones significativas con los parámetros de pH y salinidad, muy por el contrario la temperatura.

Tabla 3. Resultados del estadístico de Shapiro-Wilk con los índices de biodiversidad y abundancia (SN= sin normalidad), (DN= distribución normal).

Índices de biodiversidad	Test Shapiro-Wilk	
	<i>p</i> -valor	Interpretación
H, Shannon	0.001358	SN
D, Simpson	0.000048	SN
D, Mg	0.000579	SN
J, Pielou	0.001562	SN
Abundancia	0.16	DN

Tabla 4. Coeficiente de correlación de Spearman para los parámetros fisicoquímicos con los índices de biodiversidad.

Índices de biodiversidad	Temperatura		pH		Salinidad	
	Rho Spearman	p-valor	Rho Spearman	p-valor	Rho Spearman	<i>p</i> -valor
H, Shannon	-0.3	0.14	-0.19	0,36	-0.00	0.98
D, Simpson	0.26	0.2	-0.1	0.63	0.00	0.99
D, Mg	-0.14	0.25	-0.00	0.97	-0.12	0.56
J, Pielou	0.13	0.53	-0.04	0.82	-0.07	0.71

Se analizó la correlación entre el índice de Shannon con los parámetros fisicoquímicos. La temperatura presentó ($R=-0.3$; $P>0.05$), el pH obtuvo ($R=-0.19$; $P>0.05$), la salinidad mostró ($R=0.00$; $P>0.05$) indicando que no existe correlación (Fig. 8).

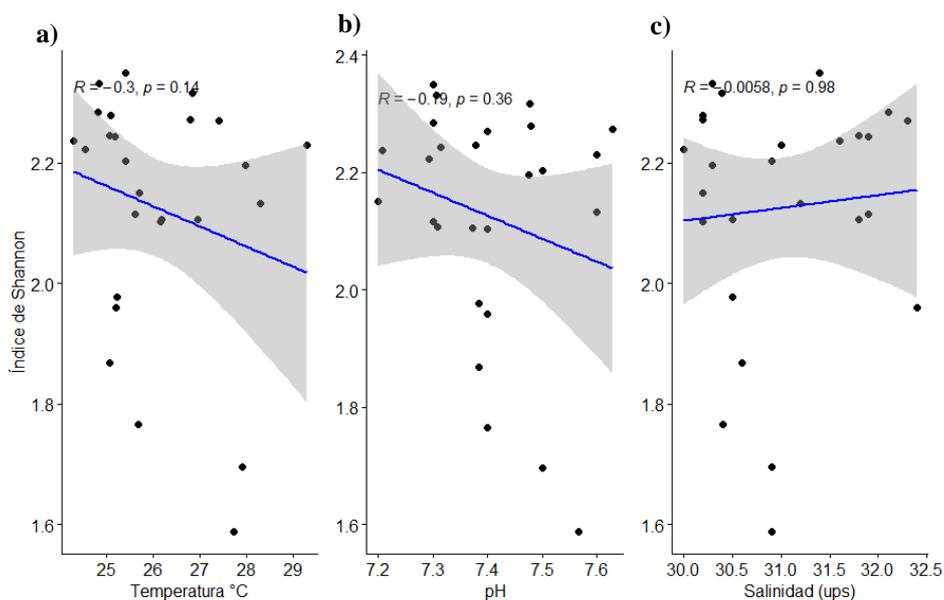


Fig. 8. Correlaciones entre a) temperatura, b) pH y c) salinidad y el índice de diversidad de Shannon.

La correlación entre el índice de Simpson con la temperatura mostró ($R=0.26$; $P>0.05$), el pH obtuvo ($R=0.1$; $P>0.05$), la salinidad presentó ($R=0.00$; $P>0.05$) indicando que no existe correlación (Fig. 9).

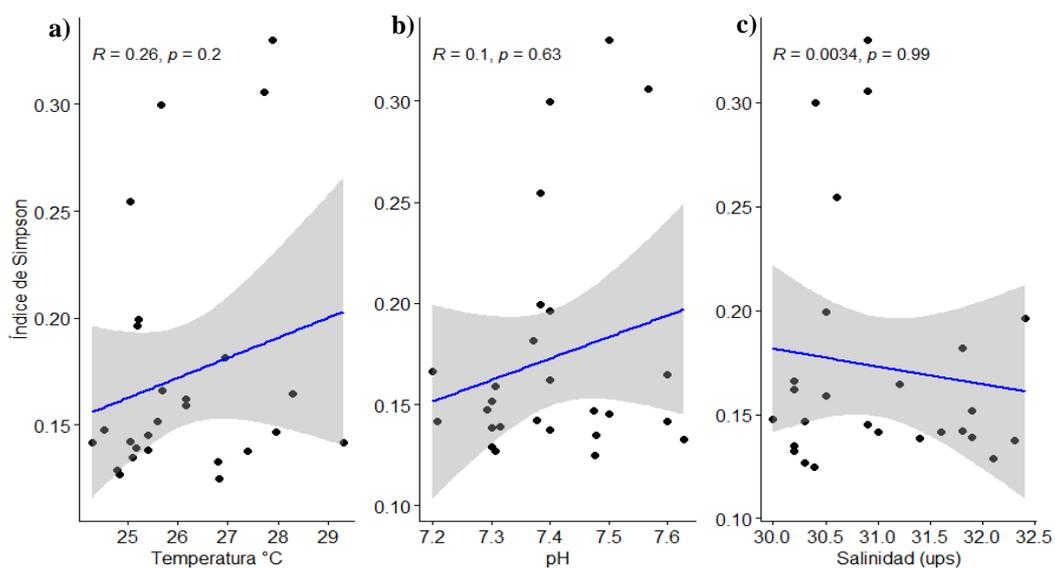


Fig. 9. Correlaciones entre a) temperatura, b) pH y c) salinidad y el índice de diversidad de Simpson.

La relación entre el índice de Margalef con la temperatura reveló un ($R=-.014$; $P>0.05$), el pH obtuvo ($R=-0.00$; $P>0.05$), la salinidad presentó ($R=-0.12$; $P>0.05$) mostrando que no existe correlación (Fig. 10).

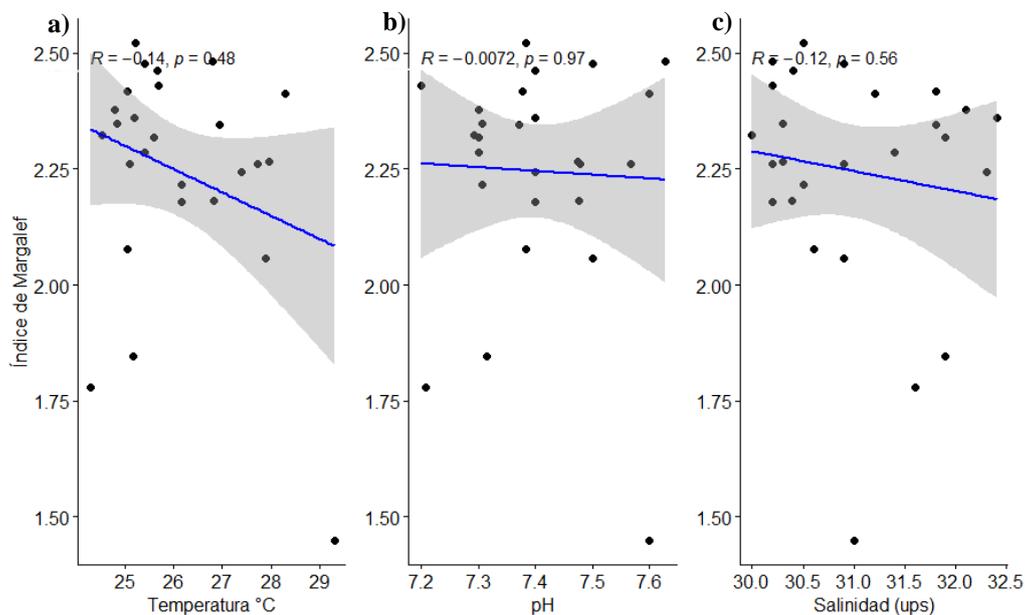


Fig. 10. Correlaciones entre a) temperatura, b) pH y c) salinidad y el índice de diversidad de Margalef.

La correlación del índice de Pielou con la temperatura mostró ($R=0.13$; $P>0.05$), el pH obtuvo ($R=-0.04$; $P>0.05$), la salinidad presentó ($R=0.07$; $P>0.05$) indicando que no existe correlación (Fig. 11).

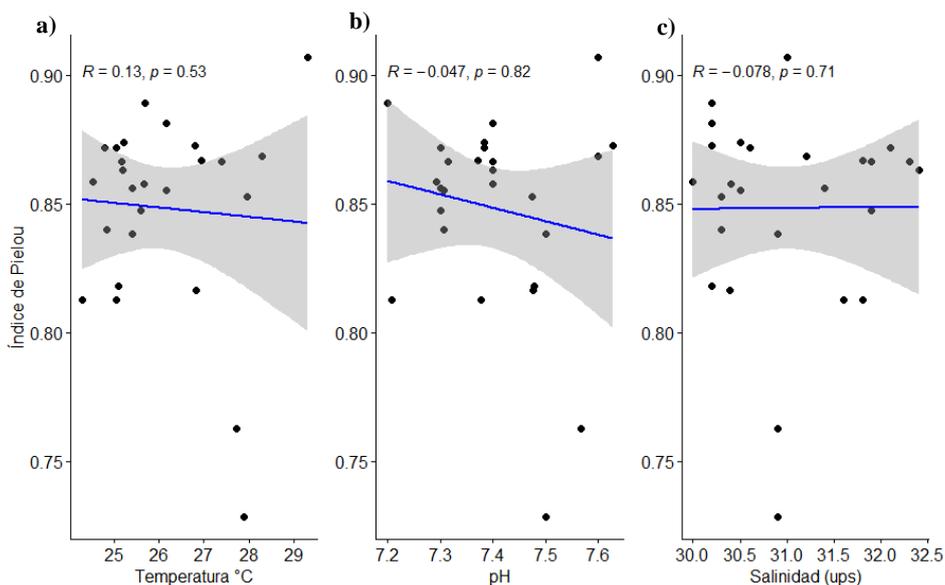


Fig. 11. Correlaciones entre a) temperatura, b) pH y c) salinidad y el índice de igualdad de Pielou.

Se correlacionó la abundancia con los parámetros fisicoquímico. La temperatura presentó un ($R^2=-0.25$; $P>0.22$), mostrando que no existe relación (Fig. 12a). El pH tuvo una correlación negativa moderada con un $R^2 = -0.49$ (Fig. 12b). La salinidad tuvo un $R^2=0.46$ indicando una relación positiva moderada (Fig. 12c). Los parámetros fisicoquímicos de pH y salinidad presentaron un nivel de significancia $p<0.05$ afirmando con un 95% de confianza que existe una correlación significativa de la abundancia con las variables antes mencionadas.

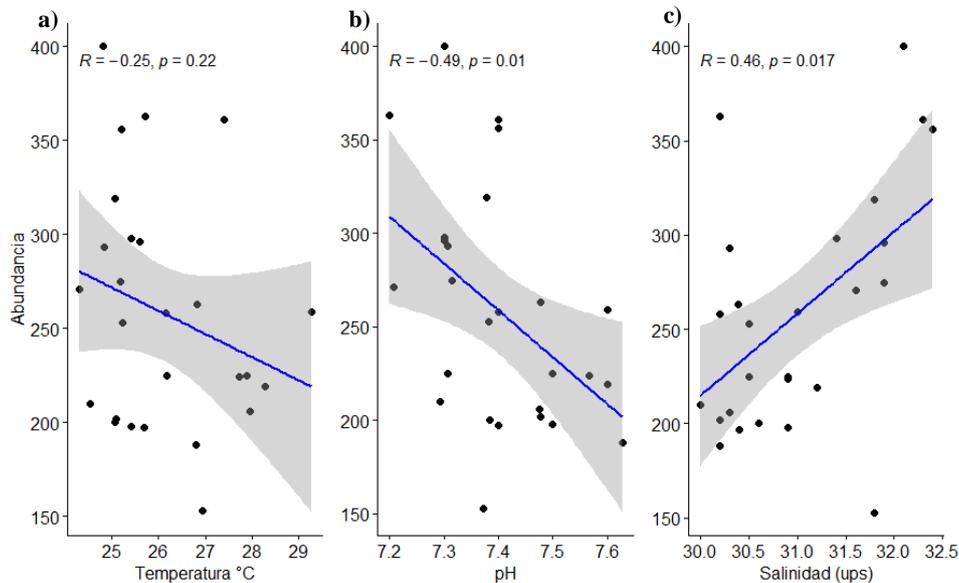


Fig. 12. Correlaciones entre a) temperatura, b) pH y c) salinidad y la abundancia.

La zona más abundante fue la supralitoral (52.8%), seguida de la mesolitoral (27.5%) e infralitoral (19.7%). En el análisis de conglomerados, no se observó superposición entre las zonas supralitoral, mesolitoral e infralitoral (Fig. 13).

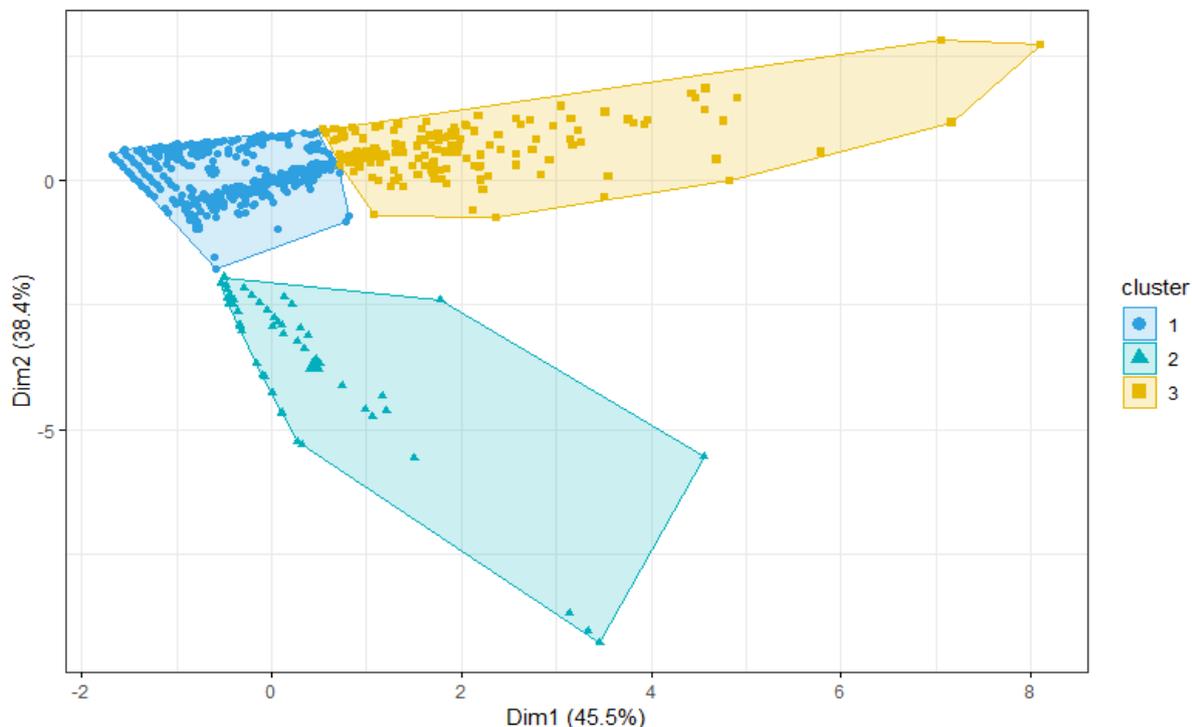


Fig.13. Gráfico de conglomerados de abundancia 1. zona supralitoral; 2. Mesolitoral; 3. infralitoral.

La prueba de Kruskal-Wallis encontró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las tres zonas. Se realizaron comparaciones post hoc utilizando un test Man Whitney Wilcoxon y se identificó que los estratos infra y mesolitoral no tuvieron diferencias significativas ($p > 0.05$). mientras que, al relacionar el estrato supralitoral se observa que hay diferencias significativas ($p < 0.05$) (Tabla 5), evidenciándose la superposición entre la zona meso e infralitoral (Fig. 14).

Tabla 5. Prueba post hoc de Man Whitney Wilcoxon entre las zonas de estudio.

Categorías	Z. Infralitoral	Z. Mesolitoral
Z. Mesolitoral	0.15997	-
Z. Supralitoral	8.9e-06	0.00099

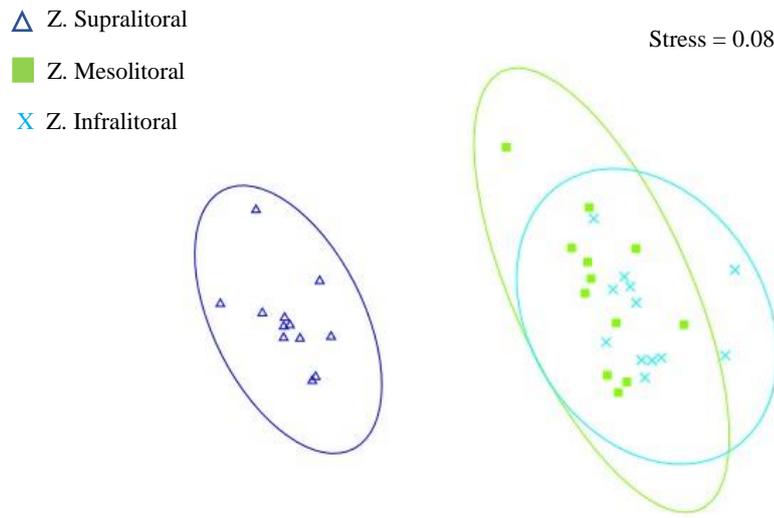


Fig. 14 Diagrama de nDMS de la abundancia de macroinvertebrados del litoral rocoso de las zonas (supra, meso e infralitoral).

Mediante el porcentaje de similitud (SIMPER) se detectó que la especie que más contribuye a la diferenciación de estas comunidades es *Shiphonaria maura* (45.09%).

4. Discusión

La temperatura superficial del mar en el litoral rocoso de San Mateo presentó un promedio de 25.8°C durante el periodo de estudio, con un intervalo de 25.1°C a 27.1°C. El mes de mayor temperatura se presentó en julio, seguido de una disminución sostenida entre los meses de agosto y noviembre. Las variabilidades de la temperatura puede deberse a respuestas a circunstancias intraestacionales como son ondas costeras atrapadas e interanuales (ENOS) que interactúan con las corrientes oceánicas predominantes del noreste (Chinacalle-Martínez et al, 2021). Los resultados expuestos en este estudio se asemejan a lo presentado por Rosales González Carmen (2022) quien reporta TSM de 24°C a 27°C en la ciudad de Manta.

Con respecto al pH el presente estudio revela valores neutros constantes con un promedio de 7.3 y una variación de 7.2 a 7.5. El nivel de pH es uno de los principales factores en el hábitat de las especies, un desequilibrio puede llevar a la muerte de la población, el área de estudio al parecer no se ve afectado por el aumento de este parámetro químico, debido a que el agua del mar se renueva constantemente bajo la influencia de la acción de las olas (Tomalá Ricardo, 2022). Los resultados en esta investigación discrepan con los del Chilán Cedeño & Ortega Villao, (2012) donde reportaron en la playa de barbasquillo de la ciudad de Manta un promedio de 7.78 con intervalos de 7.09 a 8.02.

La salinidad reportada en este estudio fue de un promedio de 31.6 ups, con un intervalo de 30.4 a 33.1 ups, presentando en los meses de noviembre y diciembre valores bajos, y un incremento sostenido entre los meses de julio a octubre, esto difiere con lo reportado por Jael (2021) donde la salinidad promedio fue de 34.9 ups en la zona intermareal rocosa de San Mateo. Estos cambios de salinidad puede estar relacionado a las lluvias. Según (McLusky, 1989) las variaciones de salinidad puede ser debido a que cuando la zona intermareal recibe agua dulce sufren cambios, como la reducción de la salinidad en áreas cercanas, aunque los cambios de salinidad también están relacionada con la temperatura, la evaporación y precipitación (NOAA, 2021).

El presente estudio identificó 22 especies de macroinvertebrados en el litoral rocoso de San Mateo, pertenecientes a cuatro phylum: Mollusca, Echinodermata, Arthropoda y Annelida. El phylum mollusca fue el más abundante con los gasterópodos como la clase más representativa y teniendo la especie *Shiphonaria maura* con la mayor abundancia al igual que la información reportada por Brito Vera, (2014), Limón Tigrero, (2019) y Cárdenas-Calle et al. (2020) en la provincia de Santa Elena, lo cual parece indicar que las zonas intermareales del Ecuador están dominadas por moluscos. La abundancia de los moluscos, en especial la clase gasterópoda puede ser debido a su fisiología, como el almacenamiento de agua en el estómago, hace que sea posible su supervivencia en zonas con periodos prolongados de secado, esto ha ayudado a que se adapten a las diferentes zonas intermareales (Herrera Paz et al., 2015). Otros factores que benefician a estos grupos es su morfología y etología, ya que suelen estar enganchados a grietas de rocas sólidas, formando grandes agregaciones que les brindan protección y resistencia al barrido de las olas y mareas (León Montero, 2018).

Los índices de diversidad de Shannon-Weaver, y de Margalef, presentaron una diversidad media, coincidiendo con lo reportado por Quimí Pozo, (2019) en las playas de Capaes y Punta Blanca, provincia de Santa Elena. Mientras que el índice de Simpson presento una dominancia baja, concordando con lo reportado en Santa Elena por Villota Lizarralde, (2014), donde indicaron valores bajos de dominancia. No existieron diferencias significativas de los índices de biodiversidad que prueben que en los meses lluvioso y seco exista una mayor diversidad de especies, a lo contrario con lo reportado por Villota Lizarralde, (2014) en Santa Elena, quienes encontraron diferencias significativas de los índices de biodiversidad con las áreas de muestreo, esto es debido a que en su estudio observaron durante sus muestreos irregularidades con el cuerpo de agua proveniente del estero, el cual no se encontraba en buenas condiciones, además, se percataron de personas extrayendo estrellas de mar, por lo cual afecto a la diversidad en esta área.

La equitatividad en la zona intermareal fue alta, concluyendo que todas las especies fueron igual de abundantes, estos resultados coinciden con los del trabajo de Roylan & Ángel, (2014), donde en las comunas de San Pedro y Montañita presentaron una alta equitatividad entre las especies, como resultados de que en el trabajo de ellos y el presente estudio hubo dominancia baja.

Álvarez Carrión & Rivera (2007) señalan que los cambios en la calidad del agua también pueden alterar la estructura y composición de las comunidades acuáticas, ya que los macroinvertebrados son sensibles a una variedad de condiciones físicas y químicas. A pesar de ello, en el presente estudio no hubo una relación directa entre los índices de biodiversidad y las variables físico-química de acuerdo con la correlación de Spearman cuyo valor fue $p=>0.05$, indicando que la diversidad de las especies no estuvo asociadas a los parámetros de temperatura, pH y salinidad, sin embargo la abundancia tuvo una relación estadísticamente significativa con los parámetros de pH y salinidad según la correlación de Pearson $p=<0.05$, mientras que la temperatura no tuvo ninguna relación $p=>0.05$, estos resultados discrepan con los reportado por Roylan & Ángel, (2014), informaron que los parámetros de temperatura y salinidad si tuvieron una relación estadísticamente significativa con la abundancia de los organismos, mientras que el pH no presentó una relación directa con la abundancia, al igual por lo expuesto por Limón Tigreiro, (2019) donde las variables fisicoquímicas no tuvieron correlaciones directas con el número de individuos.

La zona de mayor presencia de organismos fue la supralitoral con un 52.8%, seguido de la mesolitoral 27.5% e infralitoral 19.7%, esto es debido a que la especie *Shiphonaria maura* fue la más abundante y su presencia se dio en la zona supralitoral. Estos resultados difieren de la información expuesta por León Montero, (2018) donde reportaron que la zona de mayor abundancia fue la mesolitoral, seguido la infralitoral y supralitoral. Las diferencias en la abundancia de los organismos entre las zonas durante el periodo de estudio puede deberse a que ciertos organismos solo se pueden adaptarse a cada una de ellas, esto se debe a que la zona supralitoral está expuesta a la emersión continua y solo existen especies adaptadas a la misma (Brattström, 1985) como la clase de los gasterópodos la cual fue la más abundante reportada en el presente estudio y con ello, se sustentan las diferencias entre las zonas.

En consecuencia, durante los 6 meses de muestreo en la playa de San Mateo el phylum con mayor representación fueron los moluscos, y la especie con el mayor número de individuos corresponde a la clase gasterópoda, evidenciando que el área de estudio presenta una diversidad biológica aceptable.

Se encontró según los índices de Shannon y Margalef una diversidad media, equitatividad moderadamente alta y una dominancia baja entre las especies encontradas. No hubo diferencias significativas entre los índices durante los meses de lluvia y seco, entendiendo que durante el monitoreo

la zona rocosa de la playa de San Mateo no presenta un cambio significativo en la composición de las comunidades de macroinvertebrados.

Las especies se mostraron distribuidos en la zona alta, media y baja del litoral rocoso. La zona litoral con mayor abundancia fue la supralitoral, donde la especie con mayor representatividad fue *Siphonaria maura*. Por otro lado, se evidenció una gran similitud en relación con la abundancia entre las zonas meso e infralitoral.

No se mostraron correlaciones entre los índices de diversidad y los parámetros fisicoquímicos según la correlación de Spearman. No obstante, el estadístico r de Pearson mostró que existe una correlación significativa de grado inversa moderada entre la abundancia de los organismos y la variable de pH, demostrando que, mientras el pH sube hay menor presencia de individuos, así mismo, con la variable de salinidad la cual registra una correlación significativa positiva moderada, indicando que cuando suben los niveles de salinidad se incrementa la presencia de organismos en la zona. En lo relacionado a la temperatura no se encontró una relación significativa.

Agradecimiento

Expresamos nuestro agradecimiento a nuestro compañero William Pincay por su ayuda en la recolección de datos, a nuestro compañero Diego Mejía por su asesoramiento en la estadística y a nuestra compañera María Montesdeoca por su ayuda en la elaboración del mapa del presente estudio. Los autores declaramos que el presente tema es propiedad de nuestro tutor Blg. Javier Quijije López, Mg., y que el uso de los datos es meramente con fines de titulación. Así también, deseamos expresar una gratitud imperecedera por la ayuda brindada y su colaboración en las correcciones y sugerencias para la realización de la presente investigación.

Literatura citada

- Alvarez Carrion, S. M., & Rivera, L. (2007). Evaluación de la calidad de agua mediante la utilización de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca del Yeguaré, Honduras.
- Arias Cedeño, E. (2012). Estado actual de la diversidad de moluscos bivalvos perforadores de madera en la Puntilla de Santa Elena (Salinas). <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/1749>
- Andrea, M. D., Juliana, O. C., Bulmaro, J. H., Mixtli, V. M., & Cesar, D. L. (2021). Aplicación del coeficiente de correlación de Spearman en un estudio de fisioterapia.
- Baez Espinosa, A. S. (2015). Diversidad de macroinvertebrados asociados a los actocolares en el islote el Pelado «Bajo la pared» Ayangue-Ecuador. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2176>
- Brattström, H. (1985). Rocky-shore zonation on the Atlantic coast of Panama. *Sarsia*, 70(2-3), 179-216. <https://doi.org/10.1080/00364827.1985.10420629>
- Brito Vera, M. J. (2014). Impacto del oleaje en la estructura comunitaria de macro-invertebrados bentónicos marinos en la zona rocosa de Ballenita y Punta Carnero, Santa Elena [Thesis, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Naturales]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/7065>
- Carbajal Enzian, P., & Santamaría, J. (2017). Guía ilustrada para reconocimiento de crustáceos braquiuros y anomuros con valor comercial del Perú. Instituto del Mar del Perú - IMARPE. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3202>
- 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>
- Carrillo, E., Wong, G., & Cuaron, A. D. (2000). Monitoring Mammal Populations in Costa Rican Protected Areas under Different Hunting Restrictions. *Conservation Biology*, 14(6), 1580-1591. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99103.x>

- Chamba Montes, D. M., Pesantes Fajardo, K. E., & Martín Moreno, I. A. (2021). Propuesta de mejoramiento turístico para la playa de San Mateo en la provincia de Manabí, Ecuador. [Thesis, ESPOL. FCSH.]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/53427>
- Chilán Cedeño, J. L., & Ortega Villao, F. A. (2012). Identificación, estudio morfotaxonómico, factores que gobiernan la distribución y fluctuaciones de las diferentes comunidades de macroinvertebrados presentes en manta, en la playa rocosa de barbasquillo provincia de manabí durante el periodo 2010.
- Chinacalle-Martínez, N., García-Rada, E., López-Macías, J., Pinoargote, S., Loor, G., Zevallos-Rosado, J., Cruz, P., Pablo, D., Andrade, B., Robalino-Mejía, C., Añazco, S., Guerrero, J., Intriago, A., Veelenturf, C., & Peñaherrera-Palma, C. (2021). Oceanic primary production trend patterns along coast of Ecuador. *Neotropical Biodiversity*, 7(1), 379-391. <https://doi.org/10.1080/23766808.2021.1964915>
- Cruz, M. (1977). Bivalvos de la plataforma continental de la Región Norte de Ecuador. Instituto Oceanográfico.
- Cruz, M. (1992a). Estado actual del recurso malacológico (Bivalvos y gasterópodos) de la zona infralitoral del Golfo de Guayaquil.
- Cruz, M. (1992b). Moluscos incrustantes de maderas en el mar ecuatoriano.
- Cruz, M. (1996). Pterópodos tecosomados y heterópodos (Gasterópodos) como bioindicadores del evento «El Niño» 1992, en la estación fija «La Libertad», Ecuador.
- Cruz, M. (2007). Nueva distribución de moluscos meiobentónicos (Gasterópoda: Familia Caecidae), en la costa ecuatoriana, 2006.
- Cruz, M. (2009). Variación de la malacofauna bentónica intermareal y submareal de la Bahía de Santa Elena, Ecuador, entre el 2006—2007.
- Cruz, M. (2013). Especies de moluscos submareales e intermareales y macrofauna bentónica de la Bahía de Manta, Ecuador. 18, 15.

- Custodio, M., Chanamé, F., Pizarro, S., & Cruz, D. (2018). Quality of the aquatic environment and diversity of benthic macroinvertebrates of high Andean wetlands of the Junín region, Peru. *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 44(3), 195-202. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2018.08.004>
- Davenport, J., & Davenport, J. L. (2006). The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments: A review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 67(1), 280-292. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2005.11.026>
- Defeo, O., McLachlan, A., Schoeman, D. S., Schlacher, T. A., Dugan, J., Jones, A., Lastra, M., & Scapini, F. (2009). Threats to sandy beach ecosystems: A review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 81(1), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.09.022>
- Fernández, J., Jiménez, M., & Allen, T. (2014). Diversidad, abundancia y distribución de la macrofauna bentónica de las costas rocosas al norte del Estado Sucre, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 62(3), 947. <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i3.13495>
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., & Carpenter, K. E. (1995). Guia FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca: Pacífico centro-oriental. Volúmenes 1-3. Undefined. <https://www.semanticscholar.org/paper/Guia-FAO-para-la-identificacion-de-especies-para-de-Fischer-Krupp/7557f0228eb2e14f70b308233c0b93ad508f05a9>
- Frocelli, D. O. (2000). *Moluscos Magallánicos: Guía de Los Moluscos de La Patagonia y del Sur de Chile—IberLibro—Forcelli, Daniel Oscar: 9879132017.*
- García-Madrugal, M. del, & Andréu-Sánchez, L. I. (2010). Los cangrejos porcelánidos (Decapoda: Anomura) del Pacífico sur de México, incluyendo una lista y clave de identificación para todas las especies del Pacífico oriental tropical.
- Herrera Paz, D. L., Londoño Cruz, E., & Blanco, J. F. (2015). Distribución espacial del ensamblaje de Macroinvertebrados asociada al litoral rocoso del Pnn Ensenada de Utría, Pacífico Colombiano. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/8817>
- Ikomi, R. B., Arimoro, F., & Odihirin, O. K. (2005). Composition, distribution and abundance of macroinvertebrates of the upper reaches of River Ethiope, Delta State, Nigeria. *The Zoologist*, 3, 68-81.

- Jael, B. R. C. (2021). Variación estacional en la composición de macroalgas en la zona intermareal rocosa de San Mateo, Manabí—Ecuador. [BachelorThesis, Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/52747>
- León Montero, A. E. (2018). Distribución espacial de macroinvertebrados bentónicos en el intermareal rocoso de la Punta de San Lorenzo, Santa Elena, Ecuador. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/33668>
- Limón Tigrero, L. L. (2019). Distribución y abundancia de macroinvertebrados marinos en la zona intermareal rocosa de la playa La Caleta y Chuyuipe. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4812>
- López, A. S., López, G. G., & Espinoza, M. del C. F. (2017). Propuesta de un índice de diversidad funcional. Aplicación a un bosque semidecíduo micrófilo de Cuba Oriental. *BOSQUE*, 38(3), Art. 3. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002017000300003>
- Magurran, A. E. (2004). Measuring biological diversity. The commonness and rarity of species.
- Martella, M. B., Trumper, E. V., Bellis, L. M., Renison, D., Giordano, P. F., Bazzano, G., & Gleiser, R. M. (2012). Manual de Ecología. Poblaciones: Demografía, crecimiento e interacciones. *REDUCA (Biología)*, 5(1), Art. 1. <http://www.revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/906>
- McLachlan, A. (1989). Water filtration by dissipative beaches. *Limnology and Oceanography*, 34(4), 774-780. <https://doi.org/10.4319/lo.1989.34.4.0774>
- McLachlan, A., Jaramillo, E., Defeo, O., Dugan, J., de Ruyck, A., & Coetzee, P. (1995). Adaptations of bivalves to different beach types. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 187(2), 147-160. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(94\)00176-E](https://doi.org/10.1016/0022-0981(94)00176-E)
- McLusky, D. S. (1989). *The Estuarine Ecosystem*, 2nd edition. Blackie, USA: Chapman and Hall, New York.
- Miloslavich, P., & Carbonini, A. K. (2010). Manual de Muestreo para Comunidades Costeras. Protocolo para litorales rocosos y praderas de fanerógamas marinas. 6-15 p. https://nanopdf.com/download/manual-de-muestreo-para-comunidades-costeras_pdf

- Mora, E. (1990). Catálogo de bivalvos marinos del Ecuador. Instituto Nacional de Pesca.
- Mora, E., & Reinoso, B. (1981). Investigaciones preliminares sobre el estado actual de las poblaciones de ostiones en tres zonas del Estuario Interior del Golfo de Guayaquil.
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad (Vol. 1).
- Moreno, J., Monge, S., González, S., Rodríguez, A., Tapia, G., Andrade, X., & Bedón, F. (2011). Memoria técnica cantón Guayaquil proyecto: generación de geo información para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1: 25 000. <https://docplayer.es/31245977-Memoria-tecnica-canton-guayaquil-proyecto-generacion-de-geoinformacion-para-la-gestion-del-territorio-a-nivel-nacional-escala-1.html>
- Morley, E. L., Jones, G., & Radford, A. N. (2014). The importance of invertebrates when considering the impacts of anthropogenic noise. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1776), 20132683. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.2683>
- NOAA. (2021). Why is the ocean salty? National Ocean Service website. <https://oceanservice.noaa.gov/facts/whysalty.html>
- Penagos García, F. E. (2013). Guía ilustrada moluscos marinos gasterópodos y lamelibranquios de la costa de Chiapas, México. <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/952>
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590.
- Quimí Pozo, J. J. (2019). Distribución de las comunidades de macroinvertebrados marinos en la zona intermareal rocosa de Capaes y Punta Blanca, provincia de Santa Elena. [BachelorThesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2019.]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4815>
- Rey-Méndez, M., Tourón, N., Rodríguez-Castro, B., Rama-Villar, A., Fernández-Silva, I., González, N., Martínez, D., Ojea, J., Catoira, J. L., Rey-Méndez, M., Tourón, N., Rodríguez-Castro, B., Rama-Villar, A., Fernández-Silva, I., González, N., Martínez, D., Ojea, J., & Catoira, J. L. (2015). Crecimiento y mejora del índice gonadal en el cultivo del erizo de mar *Paracentrotus lividus* (Echinoida: Echinidae) en Galicia (España). *Revista de Biología Tropical*, 63, 261-272. <https://doi.org/10.15517/rbt.v63i2.23161>

- Rosales González Carmen. (2022). Comportamiento de los parámetros fisicoquímicos y su relación con el evento El Niño en cuatro estaciones de la costa ecuatoriana, 2010-2020 [BachelorThesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. 2022]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8083>
- Roylan, F., & Angel, A. (2014). Riqueza, Abundancia y Diversidad de la Epifauna Macro. Bentónica Asociadas al Intermareal Rocoso de las Comunas San Pedro y Montañita. <https://www.grin.com/document/308310>
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. The Bell System Technical Journal, 27(3), 379-423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Sonnenholzner, J., Brandt, M., Francisco, V., Hearn, A., Luzuriaga, M., Guarderas, P., & Navarro, J. C. (2013). Echinoderms of Ecuador. En J. J. Alvarado & F. A. Solis-Marin (Eds.), Echinoderm Research and Diversity in Latin America (pp. 183-233). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20051-9_6
- Tomalá Ricardo, J. E. (2022). Diversidad de moluscos y crustáceos macro bentónicos en la zona intermareal rocosa de la playa de Chanduy – comuna El Real [BachelorThesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2022.]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8847>
- Vélez Falcones, J. E. (2019). Efectos de perturbaciones naturales y antropogénicas sobre las comunidades macrobentónicas en playas arenosas del cantón San Vicente, Manabí-Ecuador. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4363>
- Villamar, F., & Cruz, M. (1983). Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada—Actas oceanográficas—Presencia de platasterias latiradiata gray en aguas ecuatorianas. <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/publicaciones/actas-oceanograficas/file/20-presencia-de-platasterias-latiradiata-gray-en-aguas-ecuatorianas>.
- Villamar, F. (1983). Poliquetos bentónicos del Golfo de Guayaquil. <https://aquadocs.org/handle/1834/2101>

Villamar, F. (1986). Distribución de los poliquetos bentónicos en el Golfo de Guayaquil.
<https://aquadocs.org/handle/1834/2110>

Villamar, F. (1989). Estudio de los poliquetos bentónicos en el Golfo de Guayaquil, exterior (Canal del Morro y Jambelí).

Villota Lizarralde, D. C. (2014). Biodiversidad y abundancia de macroinvertebrados bentónicos de la zona intermareal en la reserva de producción faunística marino costera puntilla de Santa Elena los meses de noviembre 2013 hasta febrero 2014.
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/1475>