



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 diciembre 2021 a junio 2022, Manta-Ecuador.

Autor

Pillasagua López Jennifer Fernanda

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 DICIEMBRE 2021 A JUNIO 2022, MANTA-ECUADOR.

Pillasagua López Jennifer Fernanda ¹

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

Resumen: Se estudio las comunidades de macroinvertebrados marinos en la parroquia de San Mateo, ubicada en la ciudad de Manta, provincia de Manabí. El objetivo de este trabajo fue determinar la distribución y abundancia de macroinvertebrados en la zona intermareal rocosa de San Mateo desde diciembre 2021 a junio 2022. Siguiendo la metodología de Miloslavich & Carbonini, (2010), se establecieron transectos lineales de 50 metros perpendiculares a la playa con 9 estaciones. Los monitoreos se realizaron de forma semanal. Se analizó la distribución, abundancia, diversidad y equitatividad de los macroinvertebrados entre la zona intermareal (supralitoral, mesolitoral e infralitoral). La abundancia absoluta fue 6.045 individuos, procedentes de 25 especies de macroinvertebrados en el litoral rocoso pertenecientes a cuatro phylum: Mollusca, Echinodermata, Arthropoda y Annelida. Las especies más representativas fueron los moluscos, entre ellos *Siphonaria maura* (30.79%) y *Arca zebra* (16.01%). Los equinodermos estuvieron presentes las especies *Ophiocoma alexandri* (5.31%) y *Echinometra vanbrunti* (4.68%), y los Artrópodos *Tetraclita sp* (4.30%) y *Pachygrapsus marmoratus* (3.16%). La dominancia en la zona intermareal fue baja (0.13 ± 0.06), una diversidad media de $3,06 \pm 0,66$ y una equitatividad alta (0.88 ± 0.06). Mediante el análisis de nMDS se evidenció que las zonas con mayor similitud fueron la zona mesolitoral y la infralitoral, presentando una alta homogeneidad entre las especies. No existió correlación directa entre las variables ambientales y los parámetros fisicoquímico en este estudio.

Palabras clave: Artrópodos, Diversidad, Equinodermos, Macroinvertebrados, Moluscos, Sustrato rocoso.

Abstract: The communities of marine macroinvertebrates in the parish of San Mateo, located in the city of Manta, province of Manabí, were studied. The objective of this work was to determine the distribution and abundance of macroinvertebrates in the rocky intertidal zone of San Mateo from December 2021 to June 2022. Following the methodology of Miloslavich & Carbonini, (2010), linear transects of 50 meters perpendicular to the beach with 9 stations. The monitoring was carried out on a weekly basis. The distribution, abundance, diversity, and equitability of macroinvertebrates among the intertidal zone (supralittoral, mesolittoral and infralittoral) were analyzed. The absolute abundance was 6,045 individuals, from 25 species of macroinvertebrates in the rocky coastline belonging to four phylum: Mollusca, Echinodermata, Arthropoda and Annelida. The most representative species were molluscs, including *Siphonaria maura* (30.79%) and *Arca zebra* (16.01%). The echinoderms were present: the species *Ophiocoma alexandri* (5.31%) and *Echinometra vanbrunti* (4.68%), and the Arthropods *Tetraclita sp* (4.30%) and *Pachygrapsus marmoratus* (3.16%). The dominance in the intertidal zone was low (0.13 ± 0.06), a mean diversity of 3.06 ± 0.66 and a high evenness (0.88 ± 0.06). Through the nMDS analysis, it was evidenced that the zones with the greatest similarity were the mesolittoral zone and the infralittoral zone, presenting a high homogeneity between the species. There was no direct correlation between the environmental variables and the physicochemical parameters in this study.

Keywords: Arthropods, Diversity, Echinoderms, Macroinvertebrates, Mollusks, Rocky substratum.

1. Introducción

El Ecuador tiene una amplia gama de ecosistemas marinos con marcada presencia del perfil costero o borde continental son entornos que varían acorde los diferentes tipos de interacciones sean físicas y biológicas, lo que da como resultados las diversas playas rocosas y arenosas, cada una con biodiversidad única (Dauer, 1993; Cruz et al., 2003; Sepúlveda et al., 2003; Ikomi et al., 2005).

La zona intermareal se ve afectada por el viento, el oleaje y las mareas, lo que la convierte en un hábitat sometido a contraste y drásticos cambios ambientales (Ramírez et al., 2005). Las áreas rocosas son sustratos más estables que el ambiente arenoso adyacente, lo que favorece la rápida colonización de estos espacios por diversos invertebrados (David Fernández, 2007). Además, crea una estructura física compleja, incluyendo la estructura vertical y horizontal del área (Arias Cedeño, 2012; Fernández et al., 2014).

Los macroorganismos que habitan en las costas rocosas se adaptan a diferentes tipos de ambientes en función de determinados factores, tanto físico - químicos (régimen climático, energía eólica, oleaje, intensidad lumínica, mareas, topografía del sustrato, salinidad y temperatura) y biológicos. (presión depredadora, competencia por espacio y alimento) (Francisco Villamar, 1983; Londoño-Cruz et al., 2014).

Los patrones de distribución y abundancias de la megafauna a lo largo de las costas se han convertido en herramientas esenciales para la identificación y delimitación de áreas biogeográficas específicas, por lo que, la evaluación de las comunidades marinas, se basa principalmente en estudios ecológicos que permite determinar las especies integrantes (Villota Lizarralde, 2014). Además de arrojar información valiosa sobre la estructura de las poblaciones ricas y abundantes que cohabita en una zona determinada (Baez Espinosa, 2015; Roylan & Ángel, 2015).

El análisis de las comunidades de macroinvertebrados se ha utilizado ampliamente en la detección de contaminación de índole antropogénico, ya que su sensibilidad les permite responder a varios tipos de perturbaciones, reflejando el efecto de su entorno (Vera, 2015; Castro-Longoria, 2016) Estos organismos cumplen muchas funciones importantes como la descomposición, incorporación y reposición de materia orgánica, contribuyendo al reciclaje de nutrientes en los cuerpos de agua (Custodio et al., 2018; Montero, 2018; Limón Tigrero, 2019; Merejildo, 2020).

La playa de San Mateo ubicada en la ciudad de Manta, provincia de Manabí, presenta varios puntos de zonas rocosas, las cuales poseen una gran biodiversidad marina y comprende una extensión de (aprox. 3 km), es una zona con mayor frecuencia turística en feriado nacionales, por tal motivo se encuentra expuesta a impactos antropogénico, resultados de actividades turísticas, comerciales, construcciones y pesca artesanal.

Actualmente, se desconoce la biodiversidad de este lugar, así como también la ecología de estos a pesar de su importancia ecosistémica y productiva, por lo cual este estudio tiene como objetivo determinar la distribución y abundancia de macroinvertebrados marinos en la zona intermareal rocosa de San Mateo.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

El trabajo se desarrolló en la parroquia de San Mateo, ubicada a 2 km de la ciudad de Manta ($0^{\circ}57'10.0''S$, $80^{\circ}48'45.0''W$), provincia de Manabí; La franja litoral de la zona intermareal rocosa es un ecosistema dinámico que abarca desde la línea de la pleamar alta hasta el nivel de la baja mar. En esta zona, las rocas y los organismos marinos se ven expuestos a los cambios de la marea, lo que crea un ambiente único y diverso (Preciado, 2013). Esta área se caracteriza por presentar una plataforma rocosa medianamente plano, con diferentes sustratos, generados por formaciones geológicas (Martínez Panizo, 2022).



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

2.2. Fase de campo

Se realizaron muestreos semanales desde diciembre 2021 a junio del 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 1m², elaborados con tubos de PVC de 1½ pulgada. Se registró un total de 18 cuadrantes en cada monitoreo (6 cuadrantes por cada nivel intermareal: alto, medio y bajo). Entre un cuadrante y otro los separaba una distancia de 8 metros respectivamente.

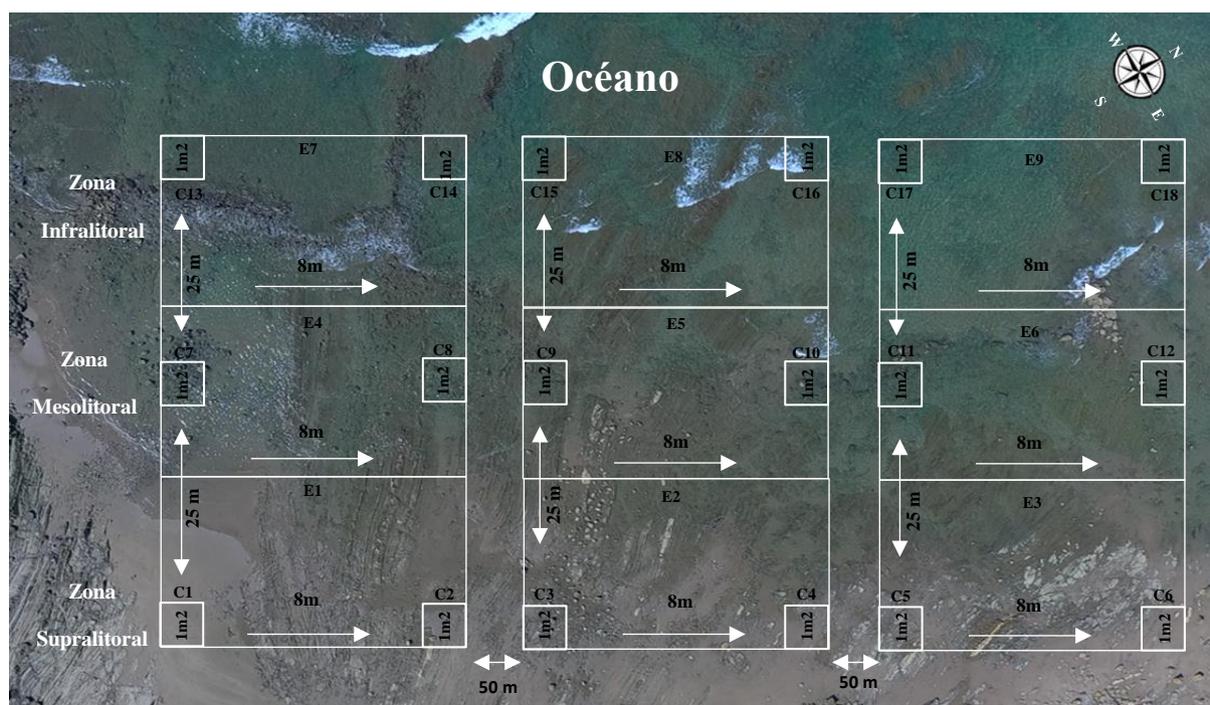


Fig. 2. Distribución de las estaciones (E) y cuadrantes (C) Playa San Mateo.

Las especies móviles fueron capturadas con las manos teniendo el debido cuidado y los organismos sésiles mediante extracción manual, con espátulas y pinzas, teniendo en cuenta que solo se capturaba un solo organismo para luego ser colocados en recipientes etiquetados y fijados en formaldehído al 30% y 70% con agua de mar, para su posterior identificación en el laboratorio. Como apoyo para la identificación taxonómica de macroinvertebrados se utilizaron documentos de 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 Guarderas et al., (2017), guía de cangrejos porcelánicos (Decapoda: Anomura) del Pacífico sur de

México García & Capote, (2013), Guía ilustrada de moluscos marinos gasterópodos y lamelibranquios de la costa de Chiapas, México Preciado, (2013), y la Guía de Los Moluscos de La Patagonia y del Sur de Chile Forcelli, (2000).

La temperatura superficial del mar, el pH (escala NBS) y la salinidad se registraron con el multiparámetro marca EXTEC, modelo EC500 con un rango de precisión ± 0.1 . Teniendo en cuenta que la toma de medición de los parámetros fueron una sola vez por cada monitoreo en la zona infralitoral.

2.3. Análisis estadístico

Los datos de los organismos identificados fueron tabulados en una tabla de Microsoft Excel para su posterior análisis. El número de individuos colectados se estimó la abundancia relativa por especie y Phylum. Esto se hizo con el objetivo de detectar cambios en las poblaciones a lo largo del tiempo (Cruz, 2013).

Para determinar cómo se distribuyen las poblaciones en la zona intermareal, se utilizó el análisis de Clúster (Heredia et al., 2012). Es un método estándar multivariado que permite identificar las comunidades de macroinvertebrados que eran más similares entre sí.

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 (Salmerón López et al., 2017). Se toma la representación de las especies más valoradas en importancia sin evaluar la contribución de las especies restantes (Escalante & Moreno, 2001).

La diversidad de macroinvertebrados se estimó utilizando el Índice de diversidad de Shannon (Shannon, 1948). 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 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, 2012).

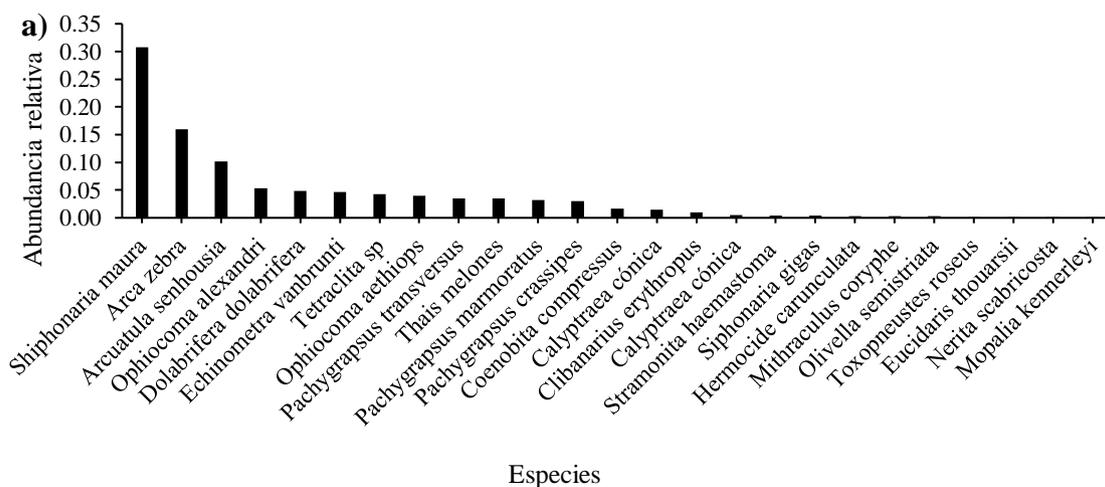
Se utilizó el índice de Margalef para evaluar la diversidad de una comunidad mediante el análisis de la distribución cuantitativa de distintas especies, considerando el total de organismos en la muestra estudiada. Combina el número de especies (S) y el número de individuos (N) (Moreno, 2001).

Se evaluó la distribución de los datos y se utilizaron pruebas estadísticas adecuadas para comparar los grupos y determinar si las diferencias observadas eran estadísticamente significativas, se utilizó la prueba de Shapiro -Wilks, para determinar si existe diferencia en los índices y parámetros ambientales y al no cumplir con la normalidad, se optó por aplicar una correlación no paramétrica. Analizada mediante la correlación de Spearman, que permite conocer el grado de asociación entre las variables fisicoquímicas con la presencia de los macroinvertebrados marinos. Se supondrán correlaciones positivas o negativas significativas o altamente significativas cuando el valor p -calculado sea <0.05 (María Custodio, 2018).

Se aplicó la prueba de Man Whitney Wilcoxon para identificar comunidades con mayor similitud dentro de las zonas intermareales, además un Kruskal – Wallis a la abundancia de macroinvertebrados para observar si existe diferencias significativas entre las tres zonas del litoral (supra, meso e infralitoral), y una prueba post hoc de Wilcoxon para detectar donde esta dicha diferencia entre las zonas. Todas estas pruebas al igual que las gráficas se realizó en el programa estadístico R estudio. Para visualizar las diferencias significativas en las zonas intermareal aplicando un escalamiento multidimensional no métrico (NMDS).

3. Resultados

Diversidad relativa de macroinvertebrados marinos. Se colectó un total de 6.045 individuos correspondiente a 25 especies, pertenecientes a 4 Phylum, 8 clases, 14 órdenes y 19 familias (**Tabla 1**). Los moluscos fueron los más diversos, con 12 especies y el más abundante con el 57.1% del total de los organismos encontrado, siendo *Shiphonaria maura* (30.79%), seguido de *Arca zebra* (16.01%) y *Arcuatula senhousia* (10.21%) (**Fig. 3a**). El Phylum más representativo con mayor abundancia fue el Mollusca (68.49%), le segunda Arthropoda (16.91%) y finalmente Echinodermata (14.28%) (**Fig. 3b**).



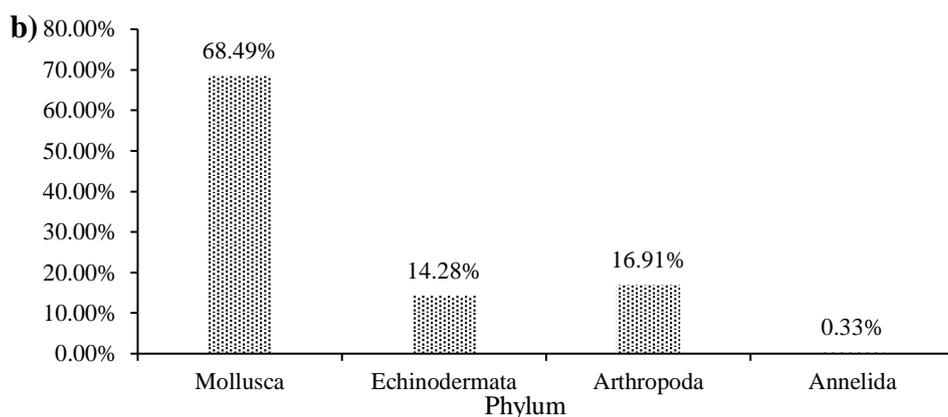


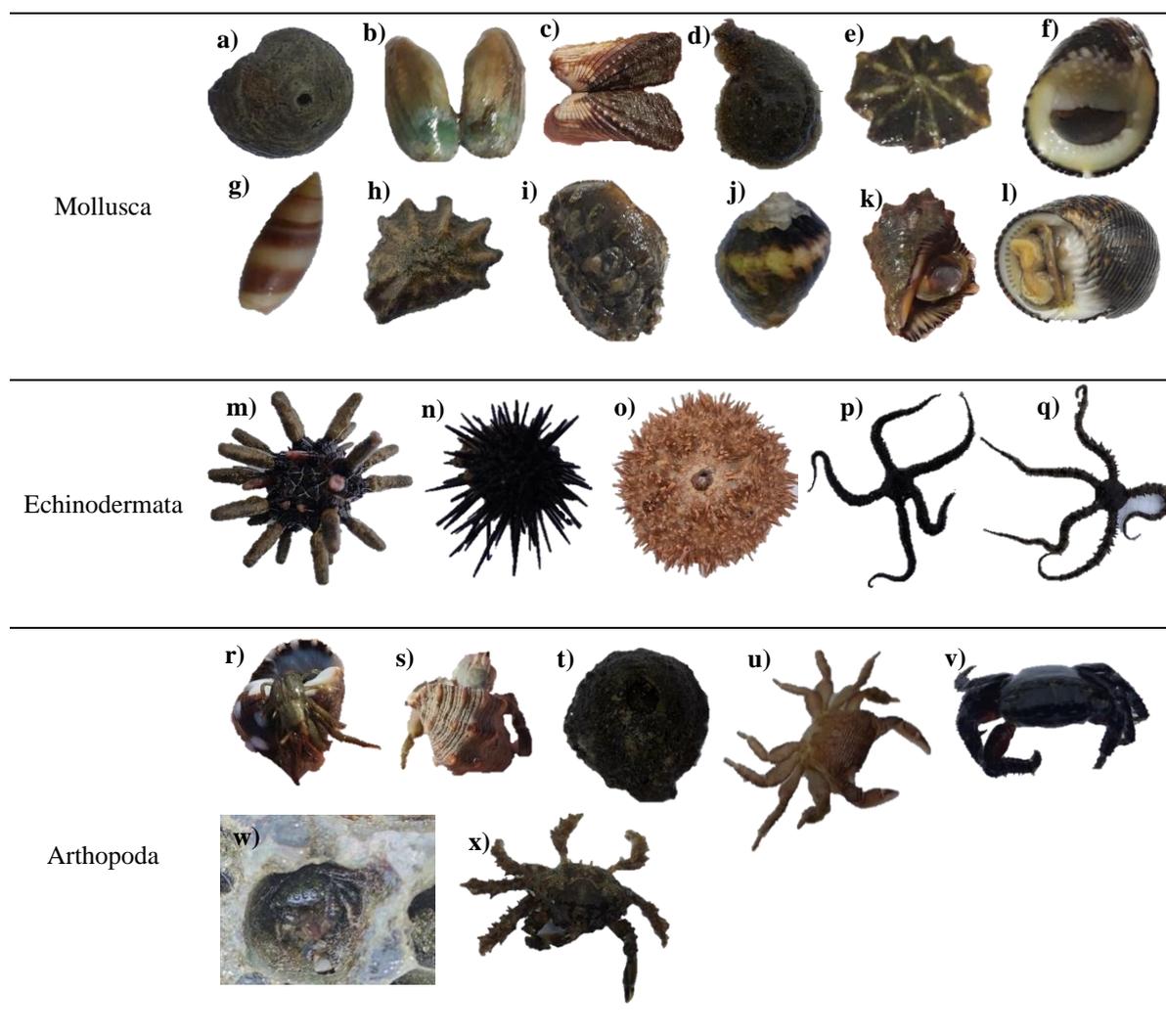
Fig. 3. Abundancia relativa de macroinvertebrados en San Mateo. **a)** Porcentaje especie; **b)** Phylum.

Tabla 1. Composición y abundancia de macroinvertebrados en la zona intermareal de San Mateo.

Taxas							
Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia absoluta (No.)	Abundancia relativa (%)	
Mollusca	Bivalvia	Arcoidea	Arcidae	<i>Arca zebra</i>	968	16.01	
		Mytiloidea	Mytilidae	<i>Arcuatula senhousia</i>	617	10.21	
	Polplacophora	Chitonida	Mopaliidae	<i>Mopalia kennerleyi</i>	2	0.03	
				<i>Nerita fulgurans</i>	91	1.51	
		Cycloneritida	Neritidae	<i>Nerita scabricosta</i>	6	0.10	
				<i>Calyptraea cónica</i>	30	0.50	
		Littorinimorpha	Calyptraeidae	<i>Thais melones</i>	209	3.46	
				<i>Stramonita haemastoma</i>	24	0.40	
	Gasterópoda	Neogastropoda		Olividae	<i>Olivella semistriata</i>	16	0.26
				<i>Siphonaria gigas</i>	24	0.40	
		Siphonariida	Siphonariidae	<i>Shiphonaria maura</i>	1861	30.79	
		Aplysiida	Aplysiidae	<i>Dolabrifera dolabrifera</i>	292	4.83	
	Echinodermata	Cidaroida	Cidaridae	<i>Eucidaris thouarsii</i>	8	0.13	
<i>Echinometra vanbrunti</i>				283	4.68		
Echinoidea		Camarodonta	Toxopneustidae	<i>Toxopneustes roseus</i>	9	0.15	
			<i>Ophiocoma aethiops</i>	242	4.00		
Ophiuroidea		Ophiacanthida	Ophiocomidae	<i>Ophiocoma alexandri</i>	321	5.31	

Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Grapsoidea	<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	191	3.16
				<i>Pachygrapsus transversus</i>	210	3.47
				<i>Pachygrapsus crassipes</i>	185	3.06
			Mithracidae	<i>Mithraculus coryphe</i>	19	0.31
			Diogenidae	<i>Clibanarius erythropus</i>	58	0.96
			Coenobitidae	<i>Coenobita compressus</i>	99	1.64
	Theocostraca	Balomomorpha	Tetraclitidae	<i>Tetraclita sp</i>	260	4.30
Annelida	Polychaeta	Amphinomida	Amphinomidae	<i>Hermocide carunculata</i>	20	0.33
Total					6045	100.00

Imágenes de los organismos identificados mediante guías taxonómicas en la playa rocosa de San Mateo dividido en 4 Phylum de macroinvertebrados distribuidos en 25 especies (**Fig.4**).



Annelida



Fig. 4. Especies macroinvertebrados asociado a la zona rocosa de San Mateo: **a)** *Calyptreaa cónica* **b)** *Arcuatula senhousia* **c)** *Arca zebra* **d)** *Dolabrifera dolabrifera* **e)** *Siphonaria gigas* **f)** *Nerita fulgurans* **g)** *Olivella semistriata* **h)** *Shiphonaria maura* **i)** *Mopalia kennerleyi* **j)** *Thais melones* **k)** *Stramonita haemastoma* **l)** *Nerita scabricosta* **m)** *Eucidaris thouarsii* **n)** *Echinometra vanbrunti* **o)** *Toxopneustes roseus* **p)** *Ophiocoma aethiops* **q)** *Ophiocoma alexandri* **r)** *Clibanarius erythropus* **s)** *Coenobita compressus* **t)** *Tetraclita sp* **u)** *Pachygrapsus crassipes* **v)** *Pachygrapsus marmoratus* **w)** *Pachygrapsus transversus* **x)** *Mithraculus coryphe* **y)** *Hermocide carunculata*.

La gráfica (**Fig. 5**) registra acumulación de especies a medida que incrementa el número de organismos observados, lo que evidencia que el tamaño de la muestra es representativo. Lo antes expuesto, permite registrar que la tendencia de la curva logra una estabilidad en la diversidad de especie a medida que incrementa el número de individuos evaluados.

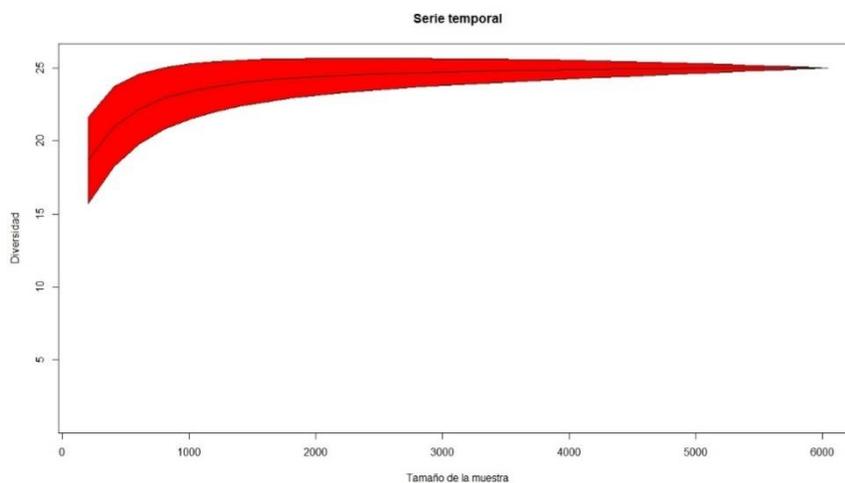


Fig. 5. Serie temporal diversidad por el tamaño de muestra.

Con el objetivo de definir la distribución de los grupos de macroinvertebrados en la sección rocosa de la playa de San Mateo, se procedió a subdividir la zona intermareal en tres segmentos: zona infralitoral, zona mesolitoral y zona supralitoral. Se observa (**Fig. 6**) que la zona infralitoral y mesolitoral presentan similitud, con valores idénticos en el punto 0.1, mientras que, la z. supralitoral muestra una mayor dispersión, alcanzando un valor de 6. Esto indica una diferencia marcada entre las zonas meso e infralitoral.

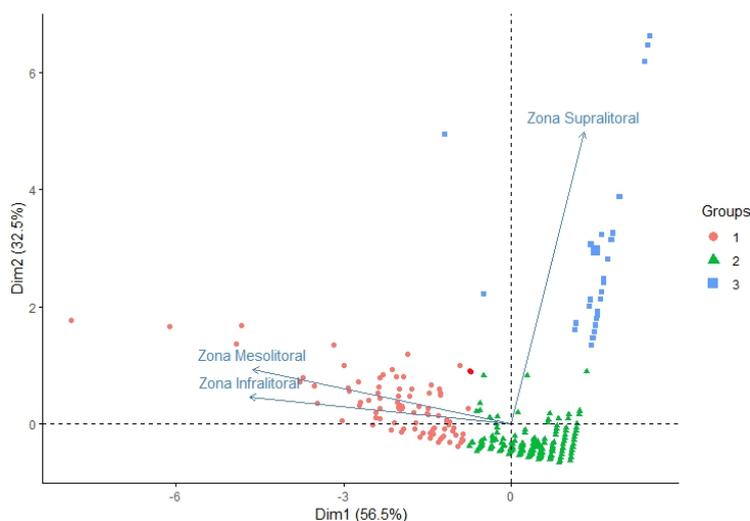


Fig. 6. Conglomerados 1. zona supralitoral; 2. Mesolitoral; 3. infralitoral.

Se encontró diferencia significativa entre las zonas intermareales según Kruskal-Wallis ($p < 0.05$). se hicieron comparaciones post hoc de Man Whitney-Wilcoxon identificándose que las zonas meso y infralitoral no tuvieron diferencia significativa ($p > 0.05$), sin embargo, cuando se relación con las zonas supralitoral se observa diferencia significativa (**Tabla.2**), mostrando superposición entre la zona meso y infralitoral (**Fig.7**).

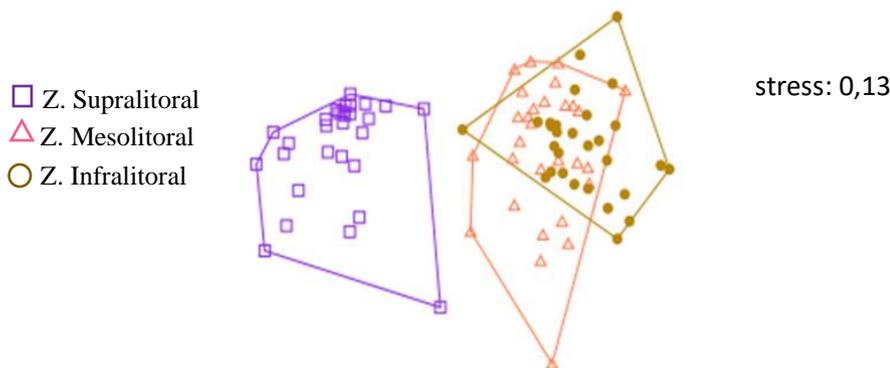


Fig. 7. Análisis de (NDMS) de la abundancia de macroinvertebrados del litoral rocoso de las zonas (supra, meso e infralitoral).

Tabla 2. Prueba de Post hoc de Man Whitney Wilcoxon entre las zonas de estudio.

Categorías	Z. Infralitoral	Z. Mesolitoral
Z. Mesolitoral	0.053	-
Z. Supralitoral	1.5e-09	2.8e-09

Los resultados del índice de Shannon registran en promedio una diversidad media (2.14 Bits \pm 0.11), lo que coincide con lo observado relativamente en el mes de enero (2.35 Bits \pm 0.33); no obstante, durante febrero se evidencia una diversidad baja (1.80 Bits \pm 0.17). En cuanto al índice de Margalef la riqueza promedio en la zona es media (2.43 \pm 0.25), este promedio se ajusta al registro del mes de febrero (2.04 Bits \pm 0.39), en contraposición a estos valores, se presentó una riqueza alta en diciembre (3,06 Bits \pm 0,66).

El índice de Simpson muestra una dominancia en promedio baja (0.17 \pm 0.03), es notorio que durante el mes de febrero se observa un incremento en el valor, pero mantiene una dominancia baja (0.27 \pm 0.04). En cuanto el índice de Pielou el valor promedial obtenido indica una alta equitatividad (0.82 \pm 0.03). Sin embargo, en el mes de febrero su valor cayó, manteniendo una tendencia a equitatividad media (0.73 Bits \pm 0.02) (**Fig. 8; Tabla 3**).

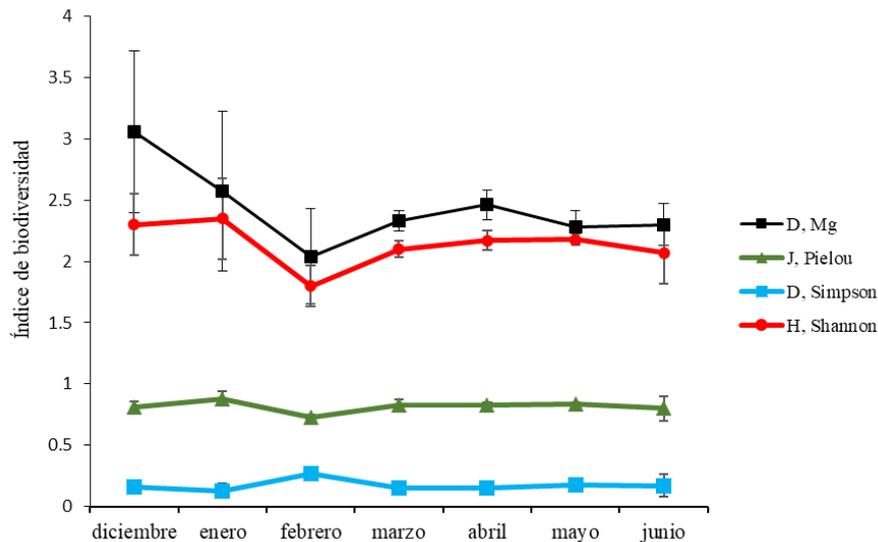


Fig. 8. Valores de los índices de biodiversidad

Tabla 3. Valores promedios y DS de los índices de biodiversidad durante los meses de muestreo

Meses	Índices de biodiversidad			
	H, Shannon	D, Simpson	D, Margalef	J, Pielou
Diciembre	2,30 \pm 0,25	0,16 \pm 0,05	3,06 \pm 0,66	0,81 \pm 0,05
Enero	2.35 \pm 0.33	0.13 \pm 0.06	2.57 \pm 0.65	0.88 \pm 0.06
Febrero	1.80 \pm 0.17	0.27 \pm 0.04	2.04 \pm 0.39	0.73 \pm 0.02
Marzo	2.10 \pm 0.07	0.13 \pm 0.03	2.33 \pm 0.08	0.83 \pm 0,04
Abril	2.17 \pm 0.08	0.15 \pm 0.01	2.46 \pm 0.12	0.83 \pm 0.02
Mayo	2.18 \pm 0.05	0.18 \pm 0.01	2.28 \pm 0.13	0.84 \pm 0.01
Junio	2.07 \pm 0.25	0.17 \pm 0.09	2.30 \pm 0.17	0.80 \pm 0.10

La temperatura en la zona estudiada presentó variaciones con un valor máximo en el mes de febrero de 27.8°C y valores bajos en enero y mayo de 26.4°C con un promedio de 27.0 °C. (**Fig. 9**).

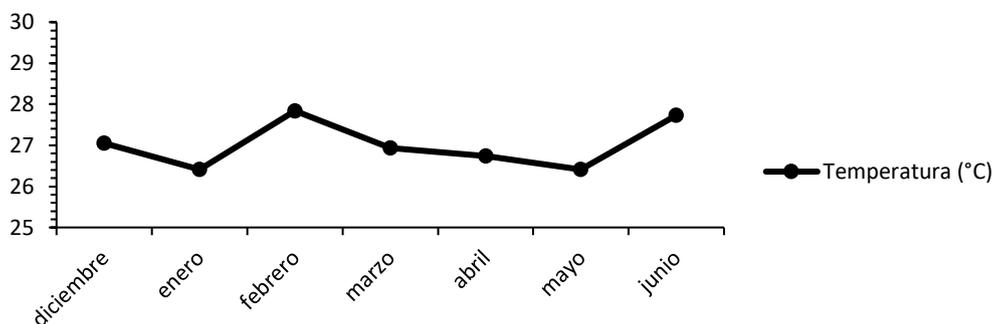


Fig. 9. Promedio de temperatura con los meses de muestreo

El pH se registra un promedio 7.3. Se observó que el mes de junio hay un pulso de 7.6, mientras que, diciembre 2021 y enero 2022 es notoria una caída a valores de 7.2 (**Fig. 10**).

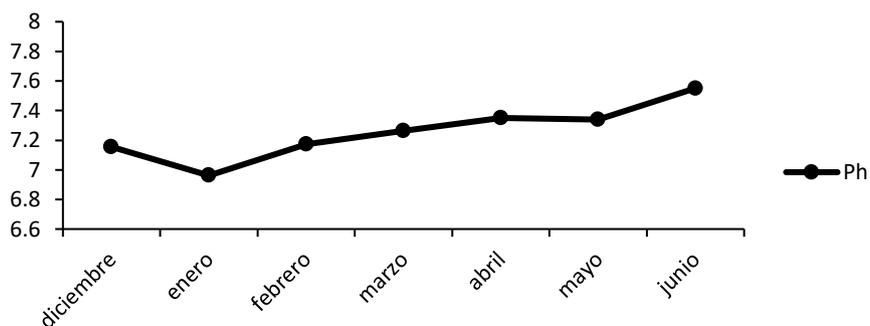


Fig. 10. Promedio de pH con los meses de muestreo

La salinidad tiene un promedio de 30.5 ups, se registraron pulsos altos en los meses de mayo y junio con un máximo de 31.6 ups respectivamente, mientras que, los valores bajos se presentaron en enero y febrero (29.8 ups) (**Fig. 11**).

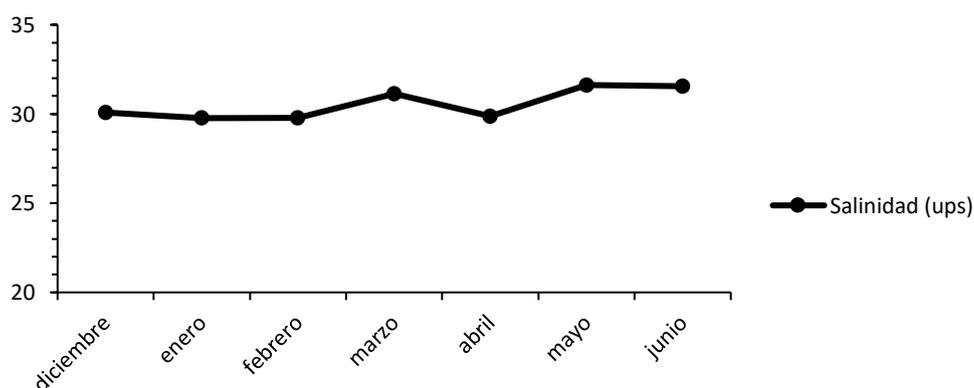


Fig. 11. Promedio de salinidad con los meses de muestreo

La correlación del índice de Shannon y los parámetros fisicoquímicos como temperatura ($R=-0.049$; $P>0,05$), pH ($R=-0,31$; $P>0,05$) y salinidad ($R=-0,21$; $P>0,05$) indicando que no existe correlación (**Fig. 12**).

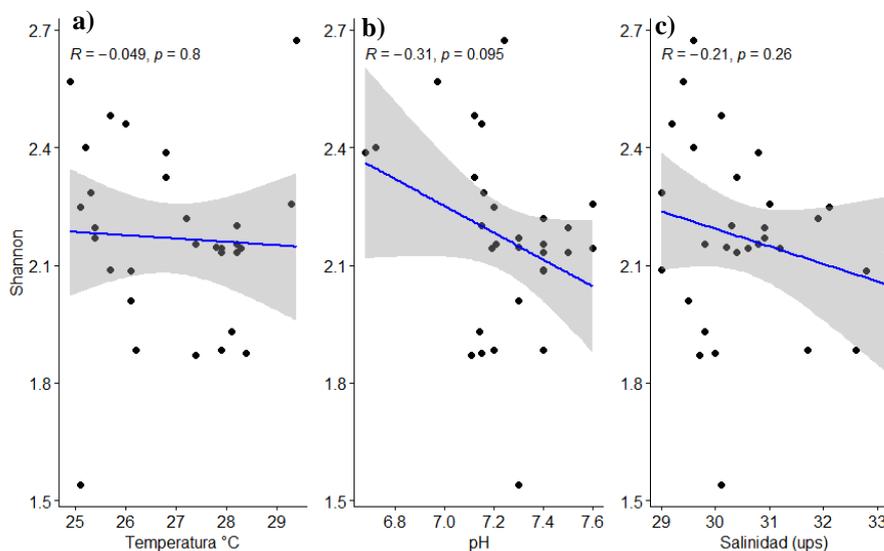


Fig. 12. Correlaciones entre a) temperatura, b) pH, c) salinidad y el índice de diversidad de Shannon.

La relación entre el índice de Simpson y los parámetros fisicoquímicos como pH ($R=0.2$; $P>0,05$), salinidad ($R=0.077$, $P>0,05$) y temperatura ($R=0.11$, $P>0,05$) indicando que no existe correlación (**Fig. 13**).

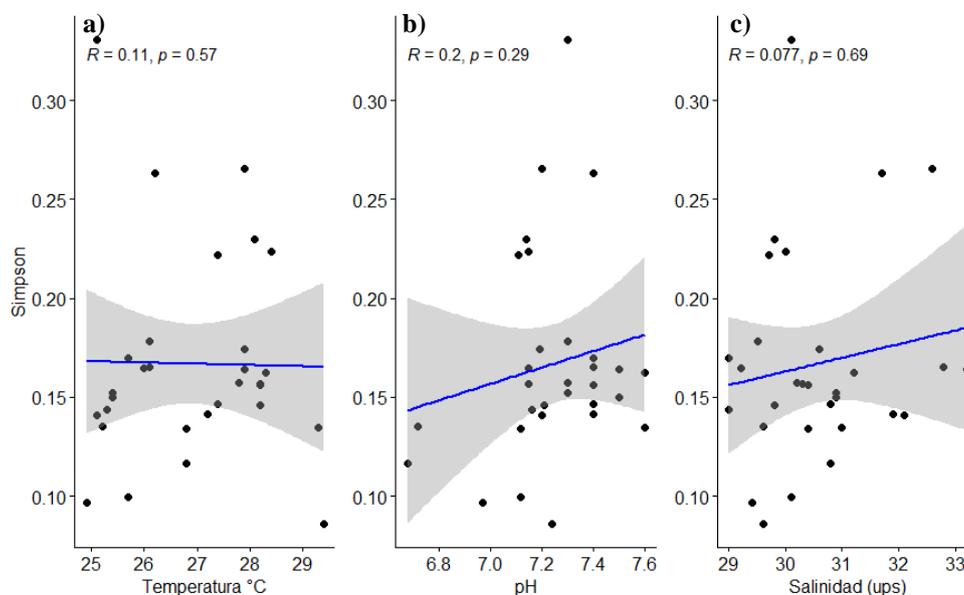


Fig. 13. Correlaciones entre a) temperatura, b) pH y c) salinidad y el índice de diversidad de Simpson.

El análisis del índice de Margalef y los parámetros fisicoquímicos como pH ($R=-0.34$; $P>0,05$), salinidad ($R=-0.3$; $P>0,05$) y temperatura ($R=-0.18$; $P>0,05$), indicando que no existe correlación (**Fig. 14**).

14).

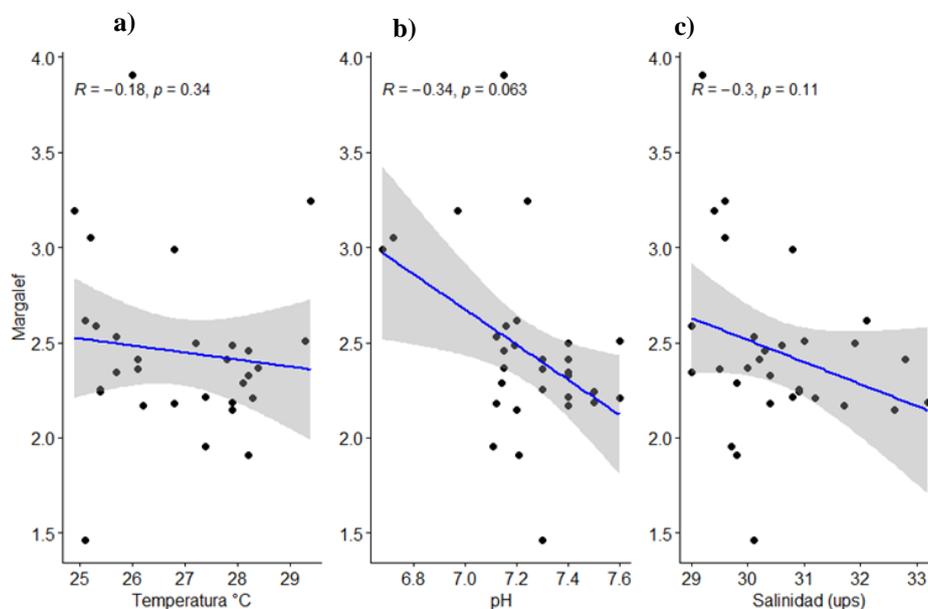


Fig. 14. Correlaciones entre a) temperatura, b) pH y c) salinidad y el índice de diversidad de Margalef.

El índice de Pielou y los parámetros fisicoquímicos como pH ($R=0.018$; $P>0,05$), salinidad ($R=0.032$; $P>0,05$) y temperatura ($R=-0.038$; $P>0,05$) indicando que no existe correlación (**Fig. 15**).

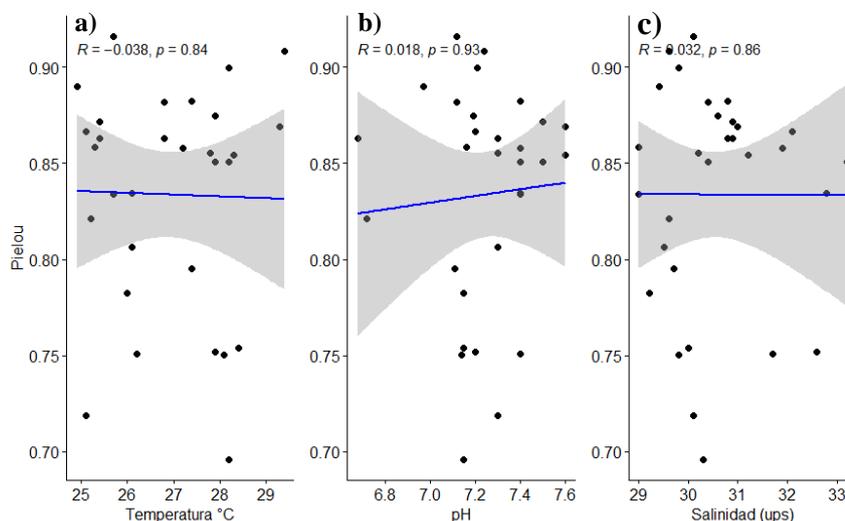


Fig. 15. Correlaciones entre a) temperatura, b) pH y c) salinidad y el índice de igualdad de Pielou.

La abundancia y los parámetros fisicoquímico como pH ($R=-0.24$; $P>0,05$), salinidad ($R=0.14$; $P>0,05$) y temperatura ($R=-0.0023$; $P>0,05$) indicando que no existe correlación (**Fig. 16**).

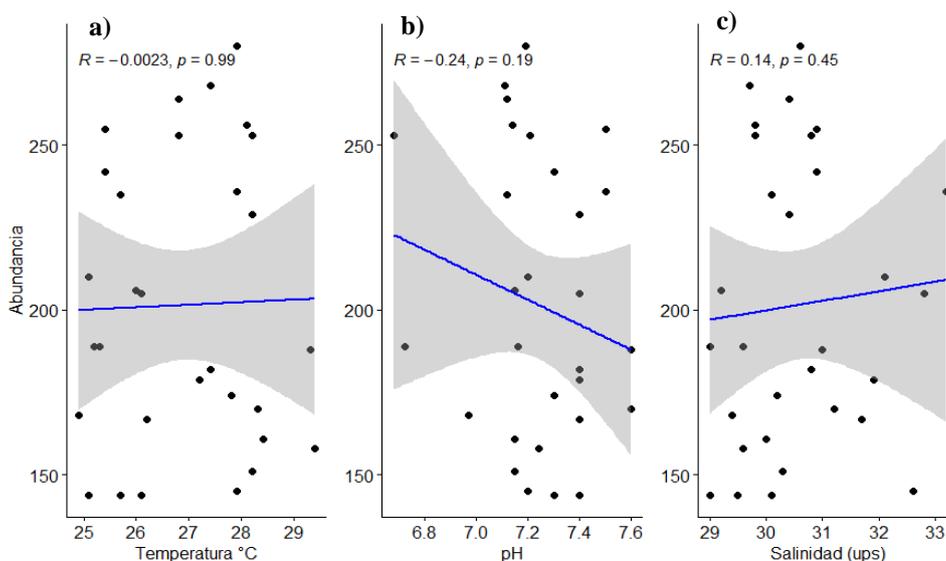


Fig. 16. Correlaciones entre abundancia y **a)** temperatura, **b)** pH y **c)** salinidad.

Es así, que contrastando con los datos se acepta la hipótesis nula dado que la variación de los parámetros ambientales como pH, salinidad y temperatura del litoral rocoso de San Mateo, no está relacionado con la abundancia de macroinvertebrados presentes en la zona.

4. Discusión

La zona intermareal rocosa de San Mateo presentó temperatura promedio de 27.0°C, durante el periodo de estudio, el mes de mayor temperatura fue febrero del 2022 teniendo en cuenta que el mes de enero y mayo 2022 fueron de menor temperatura. Lo reportado por García-Garizábal et al., (2017). Menciona que en la época húmeda las temperaturas tienden a aumentar a nivel general y oscilan entre 28 - 25 °C en todo el mar ecuatoriano. Al respecto, Vélez Falcones (2019), quien realizó un estudio en la playa de San Vicente, donde registraron promedio de temperatura de 27 °C a 30 °C. basándose a la información por Rodríguez Muñoz, (2015), donde indica que durante los primeros meses del año, la corriente de El Niño afecta las aguas costeras del Pacífico oriental, trayendo aguas cálidas desde Panamá hacia la costa de Ecuador y Perú.

El pH en el agua de mar del presente estudio reportó valor promedio de 7.3. De acuerdo con Vélez Falcones, (2019), que realizó un estudio en la playa de San Vicente, donde registraron promedio de pH entre 7.2 a 7.4 apoyándose de la información de Rojas-Higuera & Pabón-Caicedo, (2015) señala que Los valores de pH reportados en esta zona varían entre 7,9 y 8 frente a las costas de Ecuador y menores a 7,9 hacia Colombia y Perú.

Con respecto a la salinidad del presente trabajo se obtuvo promedio de 30.5 UPS. Según Schiewer, (1990). Las variaciones en la salinidad a lo largo del tiempo pueden deberse a diferentes factores, por ejemplo, las lluvias, las cuales pueden producir cambios significativos en este parámetro. Mientras lo reportado por Vélez Falcones, (2019), que realizo un estudio en la playa de San Vicente, donde registraron promedio de salinidad 34 a 24 UPS. Citando a Barreto, (2004). 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 relacionados con la temperatura, la evaporación y precipitación.

La relatividad de los macroinvertebrados se registró un total de 25 especie, pertenecientes a 4 Phylum, 8 clases, 14 órdenes y 19 familias. Esta información taxonómica es esencial para comprender la diversidad biológica del ecosistema marino. De acuerdo con un estudio previo llevado a cabo por León Montero, (2018), se identificaron 26 especies de macroinvertebrados en el litoral rocoso de la punta de San Lorenzo, lo que concuerda con el presente estudio el Phylum mollusca que fue el más representativo, teniendo en cuenta que la especie más abundante *Shiphonaria maura* al igual que lo reportado por Limón Tigrero (2019) en la provincia de Santa Elena. Basado en la información proporcionada por Merejildo (2020), los moluscos son las especies dominante en las zonas intermareales del Ecuador. Este hecho sugiere que este Phylum poseen características fisiológicas y adaptativas únicas que les permiten sobrevivir y prosperar en estas zonas.

El análisis de Clúster en este estudio muestra que los macroinvertebrados y las zonas intermareales mantiene una ligera similitud en las zonas infralitoral y mesolitoral, mientras que, la zona supralitoral muestra una mayor dispersión de abundancia. Los datos coinciden con lo reportado por León Montero (2018), puesto que la mayor similitud de abundancia se observó en las mismas zonas; por otra parte, Limón Tigrero (2019) reporta que la mayor similitud está en la zonas infralitoral y supralitoral. La falta de similitud entre diferentes playas puede deberse a varios factores, ubicación geográfica, corrientes oceánicas, actividad humana, flora y fauna Heredia et al., (2012).

Los resultados obtenidos, mediante los índices ecológicos (Shannon y Margalef) permitió determinar que en la playa de San Mateo existe una diversidad y riqueza media (2.14 y 2.35), y una dominancia de Simpson baja $0.13 \text{ Bits} \pm 0.06$. Estos resultados coinciden con lo reportado por Chilan J. Luis (2010), donde realizó un estudio durante un período de 7 meses, de junio a diciembre, para analizar los patrones de biodiversidad de macroinvertebrados en la zona rocosa de Barbasquillo, ubicada en las costas de Manta, Manabí, y los resultados tanto para Shannon y Margalef evidenciaron una diversidad media. (2.15 y 2.43), sin embargo, presento una dominancia media (0.63 Bits). Es probable que la diferencia de resultados en cuanto a la dominancia se deba a que ambos estudios se realizaron en diferente tiempo

del año, donde ellos reportaron que el género dominante fue el *Balanus*. Sin embargo lo reportado por Villota Lizarralde (2014), en la puntilla de Santa Elena, donde indicaron valores bajos de dominancia (0.43 Bits), coincidiendo con el presente estudio.

Los valores de equitatividad del presente estudio fueron altos con un promedio (0.82 Bits), mostrando que todas las especies se encuentra de igual de abundantes. Estos resultados coinciden con el trabajo de Roylan & Ángel (2015), donde en las comunas de San Pedro y Montañita de la provincia de Santa Elena, Manglaralto presentaron valores (0.88 Bits), esto debido a que en el trabajo de ellos y de la presente investigación se reportaron baja dominancia.

Los cambios de las variables ambientales (temperatura, pH, salinidad) tiene efecto en los procesos biológicos de los organismos teniendo impacto en los ecosistemas Fischlin, (2007). Sin embargo, para el presente estudio no existió una relación directa de las variables de temperatura, pH, salinidad con los índices de diversidad y la abundancia según la correlación de Spearman y Pearson ($p > 0.05$). Los valores obtenidos en el presente estudio no coinciden con los reportado por Roylan & Ángel (2015), donde en las comunas de San Pedro y Montañita de la provincia de Santa Elena, el parámetro de temperatura si tuvo una relación estadísticamente significativa ($0.01 < 0.05$), con la abundancia de los organismos ($R_2 = -0.38$), evidenciando que mientras se eleve la temperatura la presencia de las especies disminuye. Mientras que, Martínez Ortega (2009) encontró para la salinidad una relación significativa ($R_2 = -0.57$) mostrando que mientras incrementa la salinidad disminuye la abundancia de los organismos, también obtuvo una correlación significativa para el pH ($R_2 = 0.31$), mientras sube el pH también aumenta la abundancia de los organismos.

En conclusión, se identificaron 25 especies en la playa rocosa de San Mateo, siendo la mayoría pertenecientes al Phylum Mollusca a la clase Gasterópoda. Los macroinvertebrados se distribuyeron en tres zonas intermareales, y se observó que las especies más abundantes en la zona de estudio fueron: *Shiphonaria maura*, *Arca zebra*, *Arcuatula senhousia*.

Así mismo, se determinó que el índice de Shannon indicó una diversidad media, mientras que el índice de Margalef señaló una riqueza media en el área de estudio. Por otro lado, el índice de Simpson reflejó una baja dominancia y el índice de Pielou mostró una tendencia hacia la equitatividad media.

En cuanto el análisis de (nMDS) reveló que no hay diferencia significativa entre las zonas, sin embargo, a relacionarlas con la zona Supralitoral se observa diferencia significativa mostrando superposiciones entre la zona mesolitoral e infralitoral.

La correlación muestra que, durante el periodo de estudio, no se encontró una relación directa entre los parámetros de temperatura, salinidad y pH, y el número de individuos que se encontraban en la zona intermareal de San Mateo. Así mismo, La relación de los parámetros ambientales (pH, salinidad y temperatura) con los índices de diversidad mostraron que no existen correlaciones.

Agradecimiento

Expresar mi más sincero agradecimiento a mi compañero William Pincay Espinales por su ayuda en la recolección de datos, al Blg. Jesús Briones y Cristhian Loor por su asesoramiento en la estadística. La autora declara 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, deseo expresar mi gratitud por la ayuda brindada y su colaboración en las correcciones y sugerencias para la realización de la presente investigación.

Literatura citada

- 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>
- Baez Espinosa, A. S. (2015). Diversidad de macroinvertebrados asociados a los actocolares en el islote el Pelado «Bajo la pared» Ayangue-Ecuador, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2015. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2176>
- Barreto, M. B. (2004). Cambios espacio temporales de la salinidad y estructura del manglar en el golfete de curare, Venezuela. *acta Biológica Venezuela*, 24(1), 1.
- 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>
- Castro-Longoria, E. (2016). Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Mundo Nano. *Revista Interdisciplinaria en Nanociencia y Nanotecnología*, 9(16), 128. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2016.16.56907>
- Chilan J. Luis, O. V. F. (2010). 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. Manta: Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, 2012. <https://1library.co/document/wq2jwm6y-.html>
- Cruz, M. (2013). Especies de Moluscos Submareales e Intermareales y Macrofauna Bentónica de la Bahía de Manta, Ecuador. Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada - Actas oceanográficas del pacífico vol. 18 N° 1.
- Cruz, M., Gabor, N., Mora, E., Jiménez, R., & Mair, J. (2003). The known and unknown about Marine Biodiversity in Ecuador (Continental and Insular). *Gayana (Concepción)*, 67(2), 232-260. <https://doi.org/10.4067/S0717-65382003000200010>

- 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>
- Dauer, D. M. (1993). Biological criteria, environmental health and estuarine macrobenthic community structure. *Marine Pollution Bulletin*, 26(5), 249-257. [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(93\)90063-P](https://doi.org/10.1016/0025-326X(93)90063-P)
- David Fernández, P. A. (2007). Los macroinvertebrados acuáticos de las Salinas de Añana (Álava, España): Biodiversidad, vulnerabilidad y especies indicadoras.
<https://www.researchgate.net/publication/229813139>.
- Escalante, T., & Moreno, J. J. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *Acta zoológica mexicana*, 85, 195-196.
- 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., & Niem, V. (1995). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca, Pacífico centro-oriental; vol. 1.
- Fischlin. (2007). Chapter 4: Ecosystems, their Properties, Goods and Services AR4 WGII.
https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/ch4.html
- Forcelli, D. O. (2000). Moluscos magallánicos: Guía de los moluscos de la Patagonia y del sur de Chile. Vázquez Mazzini. Library Catalog.
- Francisco Villamar, M. C. (1983). Presencia de platasterias latiradiata gray en aguas ecuatorianas. *Acta oceanográfica del pacífico vol. 2 N° 1* (1983). [https:// https://aquadocs.org](https://aquadocs.org).

- García, Y. L. D., & Capote, A. J. (2013). Distribución de los cangrejos porcelánidos (Decapoda: Anomura) en la costa de Santiago de Cuba, con la adición de especies para Cuba. Centro de investigaciones marinas Universidad de la Habana. ISSN: 1991-6089. <https://aquadocs.org>.
- García-Garizábal, I., Romero, P., Jiménez, S., & Jordá, L. (2017). Evolución climática en la costa de Ecuador por efecto del cambio climático. *Dyna*, 84(203), 37-44.
- Guarderas, P. A., Espinosa, R. E., Guevara, E. A., & Santander, T. (2017). Cartilla de identificación de macroinvertebrados acuáticos: Guía para el monitoreo participativo. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25555.81447>
- Heredia, L. M. C., Escobar, Y. C., & Díaz, Á. J. Á. (2012). Análisis clúster como técnica de análisis exploratorio de registros múltiples en datos meteorológicos. *Ingeniería de recursos naturales y del ambiente* número, 11 enero- diciembre 2012. Universidad del Valle Cali, Colombia. <https://Redalyc.org/articulo.oa?id=231125817001>.
- 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.
- León Montero. (2018). Distribución espacial de macroinvertebrados bentónicos móviles en el intermareal rocoso de San Lorenzo, Ecuador. Universidad Técnica de Manabí ISSN: 2477-8982. <https://revistas.utm.edu.ec>.
- Limón Tigrero, B. (2019). Distribución y Abundancia de Macroinvertebrados Marinos en la Zona Intermareal Rocosa de la Playa La Caleta y Chuyuipe. Universidad estatal península de Santa Elena la libertad: <https://repositorio.upse.edu.ec:8080/jspui/handle/46000/4812>.
- Londoño-Cruz, E., López de Mesa-Agudelo, L. Á., Arias-Galvez, F., Herrera-Paz, D. L., Prado, A., Cuella, L. M., & Cantera, J. (2014). Distribution of macroinvertebrates on intertidal rocky shores in Gorgona Island, Colombia (Tropical Eastern Pacific). *Revista de Biología Tropical*, 62, 189-198.

- María Custodio, F. C. (2018). Quality of the aquatic environment and diversity of benthic macroinvertebrates of high Andean wetlands of the Junín region, Peru—ScienceDirect. DOI: 10.1016/j.ejar.2018.08.004.
- Martella 2012. (s. f.). Manual de Ecología Evaluación de la biodiversidad. Reduca (biología). serie ecológica. vol. 5, Numero <http://revistareduca.es/index>.
- Martínez Ortega, R. M., Tuya Pendás, L. C., Martínez Ortega, M., Pérez Abreu, A., & Cánovas, A. M. (2009). El coeficiente de correlación de los rangos de spearman caracterización. Revista Habanera de Ciencias Médicas, 8(2), 0-0.
- Martínez Panizo. (2022). Monitoreo de biodiversidad del intermareal rocoso. <http://patrimonio.ambiente.gob.ec/iptmae/resource?r=monitoreo-remape-pnm-bc>.
- Merejildo, e. (2020). distribución geográfica de macrobentos marinos en zona intermareal rocosa en playas de la provincia de Santa Elena. <https://www.researchgate.net/publication/339014848>
- Miloslavich & Carbonini. (2010). Manual de Muestreo para Comunidades Costeras—Free Download. https://nanopdf.com/download/manual-de-muestreo-para-comunidades-costeras_pdf
- Montero, A. E. L. (2018). Universidad de guayaquil facultad de ciencias naturales carrera de biología.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1870-34532011000400019&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. Interciencia, 31(8), 583-590. <http://ve.scielo.org/scielo>.
- Preciado, B. X. P. (2013). Análisis de la diversidad y abundancia de equinodermos en el perfil costero del ecuador durante el período 2013 – 2021. Universidad estatal península de Sata Elena <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8859>.
- Ramírez, R., Tuya, F., Sánchez-Jerez, P., Fernández-Gil, C., Bergasa, O., Haroun, R. J., & Hernández-Brito, J. J. (2005). Estructura poblacional y distribución espacial de los moluscos

gasterópodos *Osilinus atrata* y *Osilinus sauciatus* en el intermareal rocoso de las Islas Canarias (Atlántico centro-oriental). *Ciencias marinas*, vol.31 no.4 Ensenada dic. 2005. ISSN 0185-3880. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-38802005000500009.

Rodríguez Muñoz, M. C. (2015). Plan de posicionamiento para la asociación de vendedores de las Cabañas de San Pedro Playita Linda, de la parroquia Manglaralto, provincia de Santa Elena, año 2015., La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2015. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/3211>.

Rojas-Higuera, P. J., & Pabón-Caicedo, J. D. (2015). Sobre el calentamiento y la acidificación del océano mundial y su posible expresión en el medio marino costero colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39(51), 201. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.135>.

Roylan, F., & Ángel, A. (2015). Riqueza, Abundancia y Diversidad de la Epifauna Macro. Bentónica Asociadas al Intermareal Rocosos de las Comunas San Pedro y Montañita. <https://www.grin.com/document/308310>.

Salmerón López, A., Geada López, G., & Fagilde Espinoza, M. del C. (2017). Propuesta de un índice de diversidad funcional: Aplicación a un bosque semideciduo micrófilo de Cuba Oriental. *Bosque (Valdivia)*, 38(3), 457-466. doi.org/10.4067/S0717-92002017000300003.

Schiewer, U. (1990). D. S. McLusky: *The Estuarine Ecosystem*. 2nd edition = Series Tertiary Level Biology. — 215 pp., figs. and tabs. Glasgow and London: Blackie and Son Ltd.; New York: Chapman & Hall 1989. ISBN 0-216-92672-6 (U.K.); ISBN 0-412-02101-3 (USA). hardcover £ 27.00; paperback £ 12.95. *International Revue Der Gesamten Hydrobiologie Und Hydrographie*, 75(5), 691-692. <https://doi.org/10.1002/iroh.19900750526>.

Sepúlveda, R. D., Moreno, R. A., & Carrasco, F. D. (2003). Diversidad de macroinvertebrados asociados a arrecifes de *phragmatopoma moerchi kinberg*, 1867 (polychaeta: sabellariidae) en

el Intermareal rocoso de cocholgue, Chile. Gayana (Concepción), 67(1), 45-54.

<https://doi.org/10.4067/S0717-65382003000100007>.

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>.

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>.

Vera, B. Y. S. (2015). Abundancia y diversidad de comunidades de moluscos macrobentónicas asociados en la zona intermareal rocosa de Chanduy en la provincia de Santa Elena – Ecuador, durante los meses de agosto del 2014 Enero del 2015” Universidad Estatal Península de Santa Elena, <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2131>.

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, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2014. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/1475>.