



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE BIOLOGÍA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Modalidad Artículo Académico

Tema

Distribución y abundancia de macroinvertebrados marinos
asociados a la zona intermareal rocosa de Punta Blanca, Jaramijó-
Ecuador.

Autor

Peñarrieta Bravo Ángel David

Periodo: 2025-1

Tutor: Biol. Luber Javier Quijije López, Mg.

Declaración de Autoría

Nosotros, Peñarrieta Bravo Ángel David y Quiñones Peter Nayely Solange declaramos que hemos contribuido a la realización del trabajo de titulación bajo la modalidad de Artículo Académico previo a la obtención del título de Biólogo, con tema: Distribución y abundancia de macroinvertebrados marinos asociados a la zona intermareal rocosa de Punta Blanca, Jaramijó -Ecuador.

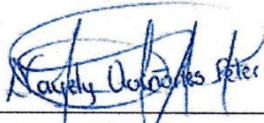
Hemos revisado la versión final del manuscrito y aprobamos su presentación para su publicación. También garantizamos que este trabajo es original, no ha sido publicado previamente y no está bajo consideración para su publicación en otro lugar.

Además, declaramos que no tenemos conflictos de interés en relación con este trabajo.

Firmas



Peñarrieta Bravo Ángel David
CI: 1351631617



Quiñones Peter Nayely Solange
CI: 1312967233

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad Ciencias de la Vida y Tecnología de la carrera de Biología de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

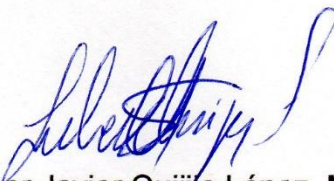
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Peñarrieta Bravo Ángel David**, legalmente matriculada en la carrera de Biología, período académico 2025-2026, cumpliendo el total de **384** horas, cuyo tema del proyecto es **“Distribución y abundancia de macroinvertebrados marinos asociados a la zona intermareal rocosa de Punta Blanca, desde enero 2025 a julio 2025 Jaramijó-Ecuador”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Lugar, Manta de 06 de agosto de 2025.

Lo certifico,



Biol. Luber Javier Quijje López, Mg.
Docente Tutor
Área: Oceanografía

Distribución y abundancia de macroinvertebrados marinos asociados a la zona intermareal rocosa de Punta Blanca, Jaramijó -Ecuador.

Peñarrieta Bravo Ángel David¹

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

Correo institucional: e1351631617@live.uleam.edu.ec

Resumen

Se estudió las comunidades de macroinvertebrados marinos en la zona intermareal de Punta Blanca, cantón Jaramijó, provincia de Manabí. El objetivo de este trabajo fue determinar la distribución y abundancia de macroinvertebrados marinos asociados a la zona intermareal rocosa de Punta Blanca. Para ello, se realizaron muestreos quincenales en bajamar durante 6 meses. El método utilizado fue el propuesto por Miloslavich & Carbonini, (2010), el cual consiste en la combinación del método de transectos lineales y cuadrantes. Para este proceso se trazó una cuerda de 30 metros en sentido paralelo a la playa, estableciéndose 9 estaciones de muestreo, distribuyéndose por las zonas supralitoral, mesolitoral e infralitoral. Los datos fueron analizados para estimar la distribución y abundancia de los macroinvertebrados. Se observaron un total de 4.159 individuos, correspondientes a 22 especies, pertenecientes a 21 géneros, 19 familias, 13 órdenes, 8 clases y 5 phylums. Hubo una clara dominancia del phylum Mollusca, especialmente de la especie *Anachis fluctuata*, que representó más del 75% de la abundancia total. La mayor abundancia se registró en la zona mesolitoral con 3315 individuos. Se encontró una significativa correlación negativa entre la riqueza de especies y la salinidad (-0.047) y el pH (-0.203). Se concluye que la composición y riqueza de los macroinvertebrados varía entre muestreos, influenciadas por factores ambientales apuntando a los macroinvertebrados como bioindicadores importantes por su sensibilidad a las variables ambientales.

Palabras clave: Artrópodos, moluscos, muestreos, pH, riqueza, salinidad, temperatura.

Abstract

The marine macroinvertebrate communities were studied in the intertidal zone of Punta Blanca, Jaramijó canton, Manabí province. The objective of this work was to determine the distribution and abundance of marine macroinvertebrates associated with the rocky intertidal zone of Punta Blanca. To this end, biweekly sampling was carried out at low tide for 6 months. The method used was the one proposed by Miloslavich & Carbonini, (2010), which consists of the combination of the linear and quadrant transect method. For this process, a 30-meter rope was drawn parallel to the beach, establishing 9 sampling stations, distributed throughout the supralittoral, mesolittoral, and infralittoral zones. The data were analyzed to estimate the distribution and abundance of macroinvertebrates. A total of 4,159 individuals were observed, corresponding to 22 species, belonging to 21 genera, 19 families, 13 orders, 8 classes and 5 phylums. There was a clear dominance of the phylum Mollusca, especially the species *Anachis fluctuata*, which represented more than 75% of the total abundance. The greatest abundance was recorded in the mesolittoral zone with 3315 individuals. A significant negative correlation was found between species richness and salinity (-0.047) and pH (-0.203). It is concluded that the composition and richness of macroinvertebrates varies between samples, influenced by environmental factors, pointing to macroinvertebrates as important bioindicators due to their sensitivity to environmental variables.

Keywords: Arthropods, mollusks, sampling, pH, richness, salinity, temperature.

1. INTRODUCCIÓN

Los macroinvertebrados marinos comprenden un conjunto variado de organismos, caracterizados por tener una magnitud corporal que supera el milímetro ($>1\text{mm}$) (Vergara Moreira, 2024). Estos organismos tienen una gran importancia ecológica como depredadores y presas de otros seres vivos, desempeñando un papel esencial y crucial en los ecosistemas, actuando como consumidores primarios y secundarios, así como, recurso trófico fundamental para vertebrados acuáticos y terrestres, como peces, reptiles, aves y mamíferos (Gonzabay Santos, 2024).

En los ambientes marinos, particularmente en zonas litorales y sublitorales, los macroinvertebrados representan grupos dominantes, además su sensibilidad a los cambios biológicos y fisicoquímicos del entorno los convierte en indicadores claves en estudios de calidad ambiental y evaluación del estado ecológico de los ecosistemas marinos costeros (Santos Valdivieso, 2017). La distribución y abundancia de macroinvertebrados marinos en las zonas intermareales está relacionada con diversos factores, entre ellos resaltan el tipo de fondo como rocas o arena, la fuerza del oleaje, la disponibilidad de alimento y condiciones como la temperatura, la salinidad y el pH del agua, estas condiciones ambientales juegan un papel determinante en la distribución y abundancia de los macroinvertebrados marinos, ya que pequeños cambios en dichas variables pueden generar impactos ecológicos importantes sobre los macroinvertebrados (Duarte, 2017).

La franja costera del Ecuador continental se extiende aproximadamente por 1,100 km lineales, albergando una heterogeneidad de ecosistemas marinos costeros que incluye estuarios, playas arenosas como rocosas, acantilados de distintas elevaciones y arrecifes coralinos (Farfán, 2018). El sector de Punta Blanca ubicado en el cantón Jaramijó, provincia de Manabí, es una zona intermareal que representa un espacio estratégico de recurso de aprovechamiento pesquero de subsistencia, particularmente mediante la pesca artesanal e industrial, además posee una playa caracterizada por sus áreas rocosas, donde se desarrollan variedad de macroalgas y diversidad de organismos macroinvertebrados (Batten Cuadrado, 2023).

La distribución y abundancia de macroinvertebrados en Punta Blanca puede estar afectada por un deterioro progresivo del litoral rocoso intermareal, las áreas arenosas y rocosas de esta playa carecen de la protección necesaria para su conservación, las actividades humanas han alterado el sustrato de este tipo de hábitats, afectando la distribución y abundancia de la fauna rocosa, este proceso ha afectado especialmente a los macroinvertebrados marinos, que cumplen un rol

estructural en esta zona (Gracia Prieto et al., 2017). Actualmente, existe información limitada sobre la estructura de las comunidades de macroinvertebrados en Punta Blanca, generándose la necesidad para determinar la distribución y abundancia de los macroinvertebrados marinos en la zona intermareal rocosa de Punta Blanca, obteniendo información fundamental de esta franja costera de la provincia de Manabí, que se puede utilizar con fines de mejora en futuros estudios.

2. METODOLOGÍA

Los muestreos se realizaron en la zona intermareal rocosa de “Punta Blanca” Cantón de Jaramijó, con monitoreos quincenales en un periodo de 6 meses. Los muestreos se ejecutaron en bajamar, siguiendo la tabla de mareas del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR).

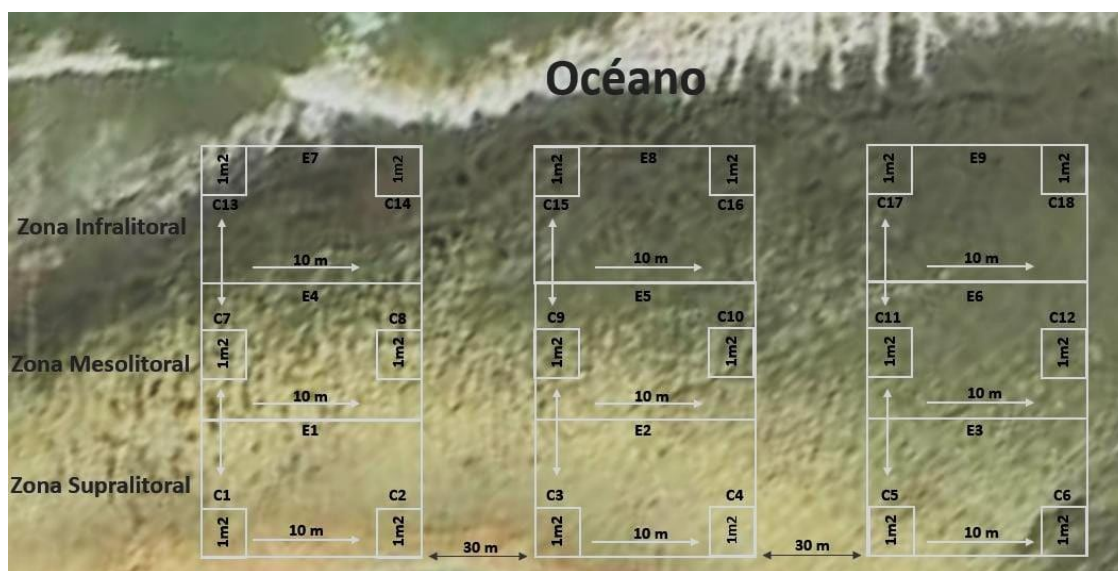


Fig. 1. Distribución de las estaciones y cuadrantes; Punta Blanca

El método de muestreo utilizado fue el propuesto por (Miloslavich & Carbonini, 2010), el cual consiste en la combinación del método de transectos lineales y cuadrantes. Para este proceso se trazó una cuerda de 30 metros en sentido paralelo a la playa, estableciéndose 9 estaciones de muestreos, en cada una de ellas, esto incluyó 2 cuadrantes (1m × 1m) elaborados con tubos de PVC de 1½ de pulgada, muestreando un total de 18 cuadrantes (6 cuadrantes por cada nivel intermareal: alto, medio y bajo) con 8 metros de distancia entre cuadrantes, procediendo a realizar el conteo por especies en cada cuadrante para su posterior análisis (Fig. 1)

Para la identificación de los organismos encontrados se utilizó la guía de la FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca del Pacífico Centro-Oriental (Fischer et al., 1995). Adicionalmente, se realizaron mediciones de temperatura del agua, la salinidad y el pH, utilizando un medidor multiparámetro digital marca EXTEC, modelo EC500 con un rango de precisión ± 0.1 .

Para la extracción y remoción de las especies presentes en la zona de estudio se utilizaron guantes y pinzas. Una vez recolectados los organismos, se los transportó en recipientes de plásticos y se les aplicó formaldehído al 0.05 ml dependiendo de la especie tratada, junto con agua salada en un volumen del 60% al 70%, según el tamaño del envase o de la especie encontrada.

Los datos de los organismos encontrados en los cuadrantes fueron tabulados en una tabla de Microsoft Excel para su posterior análisis. Con base en la cantidad de individuos registrados, se estimaron la distribución y abundancia de cada especie en la zona de Punta Blanca, con el objetivo de identificar posibles variaciones en las poblaciones durante el periodo de estudio.

Para el procedimiento y clasificación de datos de la distribución se utilizó el análisis de clúster que se enfoca en el estudio exploratorio de datos para identificar las subzonas con mayor similitud entre las poblaciones de macroinvertebrados en la zona intermareal. Este método implica la agrupación de datos basándose en la similitud entre ellos, utilizando la fórmula:

$$J = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \|x_{ij} - \mu_i\|^2,$$

Donde J representa la suma total de las distancias cuadradas entre cada punto x_{ij} y el centroide μ_i de su respectivo Clúster, k representa el número de clústeres, n_i es el número de puntos en el i -ésimo cluster, x_{ij} es el j -ésimo punto en el i -ésimo clúster, μ_i es el centroide del i -ésimo clúster, $\|x_{ij} - \mu_i\|^2$ es la distancia euclidiana al cuadrado entre el punto x_{ij} y el centroide μ_i (Everitt et al., 2011). La dominancia se estimó mediante el índice de Simpson, utilizando la fórmula:

$$Si_D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2 = 1 - D_{Si}$$

Donde S simboliza la cantidad total de especies, p_i simboliza la abundancia proporcional de la especie i -enésima y D_{Si} simboliza el Índice de dominancia de Simpson; este índice facilita la determinación de la posibilidad de que dos sujetos escogidos de manera aleatoria pertenezcan a la

misma especie, calculándose la abundancia relativa por especie basándose en la cantidad de individuos recolectados para identificar variaciones en las poblaciones a lo largo del tiempo (Morris et al., 2014). Para determinar la diversidad de macroinvertebrados se utilizó el Índice de diversidad de Shannon, utilizando la fórmula:

$$H' = \sum_{i=1}^S (p_i)(\ln p_i)$$

Donde H representa el índice de Shannon, S representa el número de especies, p_i representa la proporción de la abundancia total que constituye la i -enésima especie y $\ln$ representa Logaritmo natural; este indicador muestra la diversidad de una comunidad basándose en dos elementos: la cantidad de especies existentes y su abundancia relativa (García et al., 2020). La equitatividad se estimó mediante el índice de uniformidad de Pielou (E), utilizando la fórmula:

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Donde H simboliza el Índice de Shannon-Wiener y $\ln S$ simboliza la máxima diversidad ($H'_{\max}$); este indicador establece que la muestra abarca a todas las especies presentes en la comunidad (Gotelli & Ellison, 2016). Los datos de pH, temperatura y salinidad se analizaron mediante la correlación de Pearson, utilizando la fórmula:

$$r^2 = \frac{XY^2}{(XX)(YY)}$$

Donde XY representa la totalidad de los productos cruzados de las variables X y Y , enfocados en sus promedios, XX es la suma de los cuadrados de las desviaciones de X respecto a su media y por último YY es similar a XX , pero para Y . La correlación r de Pearson evalúa el nivel de vinculación lineal entre dos variables. Se puede ubicar el valor de r entre -1 y $+1$. Este coeficiente de determinación servirá para medir el grado de relación entre la presencia de los macroinvertebrados marinos (Dagnino, 2014).

Se aplicaron análisis multivariados para evaluar la estructura y dinámica de la comunidad bentónica. El análisis de clúster jerárquico identificó agrupamientos de especies según abundancia, mientras que el Análisis de Componentes Principales (PCA) mostró la variabilidad entre muestreos. La red de coocurrencia evidenció asociaciones entre especies, y los modelos de rango-abundancia revelaron

la jerarquía y complejidad de la comunidad. La ordenación NMDS basada en la disimilitud de Bray-Curtis permitió observar diferencias en la composición entre estaciones, y las correlaciones de Pearson relacionaron diversidad y abundancia con variables ambientales, destacando la influencia de la temperatura.

3. RESULTADOS

Se observaron un total de 4.159 individuos correspondientes a 22 especies, pertenecientes a 21 géneros, 19 familias, 13 órdenes, 8 clases y 5 phylums (**Tabla 1**). Los grupos más diversos fueron los artrópodos y los moluscos con 9 especies cada uno, lo que demuestra su alta representatividad en el ecosistema estudiado. Entre los artrópodos, se identificaron varias especies de cangrejos como *Grapsus grapsus*, *Pachygrapsus marmoratus*, *Petruca panamensis* y *Callinectes arcuatus*, además de la presencia del cangrejo ermitaño *Calcinus obscurus* y el percebebe *Tetraclita sp.* En el caso de los moluscos, se registraron tanto bivalvos como *Lithophaga aristata* y *Magallana gigas*, así como diversos gasterópodos, incluyendo a *Anachis fluctuata*, *Siphonaria maura* y *Fissurella virescens*. Las especies más abundantes fueron *Anachis fluctuata* (3273 individuos), seguida de *Tetraclita sp.* (571) y *Lithophaga aristata* (85), estas tres especies dominaron ampliamente la comunidad muestreada. Por otra parte, se encontraron especies con menor abundancia, como el ofiuroides *Ophiocoma aethiops*, el erizo *Echinometra vanbrunti* y el poliqueto *Eurythoe complanata*. El phylum Echinodermata estuvo representado por las clases Echinoidea y Ophiuroidea, mientras que el phylum Cnidaria se representó únicamente por *Actinostella bradleyi*, una anémona bentónica. La presencia de estos grupos indica una comunidad bentónica variada, con especies que cumplen distintas funciones ecológicas. (**Fig. 2**).

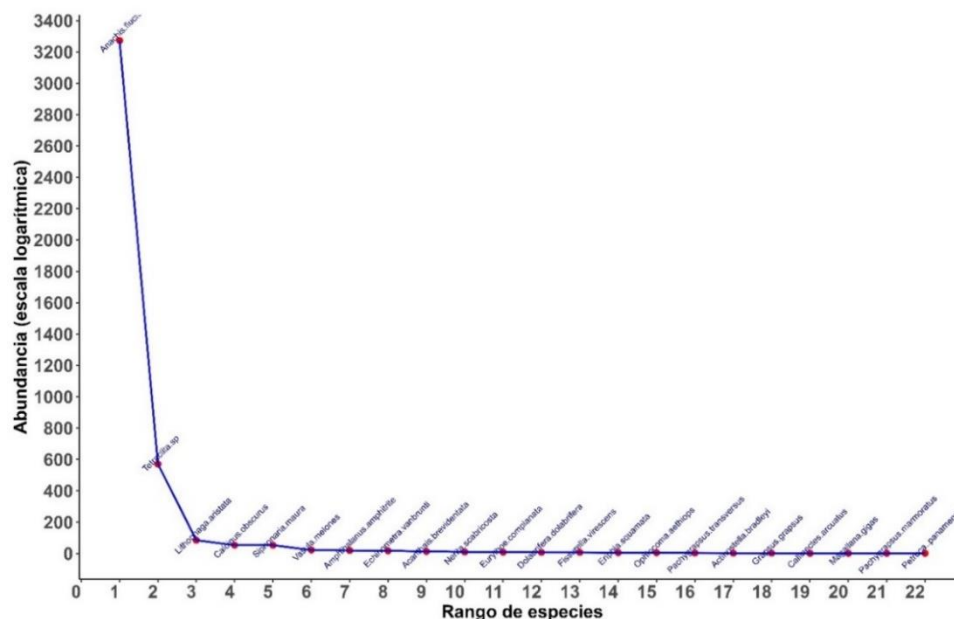


Fig. 2. Abundancia de macroinvertebrados en Punta Blanca.

Tabla 1. Composición y abundancia de macroinvertebrados en la zona intermareal de Punta Blanca.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa
Annelida	Polychaeta	Amphinomida	Amphinomidae	<i>Eurythoe complanata</i> (Pallas, 1766)	8	0,19%
			Diogenidae	<i>Calcinus obscurus</i> (Stimpson, 1859)	53	1,27%
			Eriphiidae	<i>Eriphia squamata</i> (Stimpson, 1859)	5	0,12%
				<i>Grapsus grapsus</i> (Linnaeus, 1758)	2	0,05%
				<i>Pachygrapsus marmoratus</i> (Fabricius, 1787)	1	0,02%
	Malacostraca	Decapoda	Grapsidae	<i>Pachygrapsus transversus</i> (Gibbes, 1850)	3	0,07%
Arthropoda			Ocypodidae	<i>Petruca panamensis</i> (Stimpson, 1859)	1	0,02%
			Portunidae	<i>Callinectes arcuatus</i> (Ordway, 1863)	1	0,02%
			Balanidae	<i>Amphibalanus amphitrite</i> (Darwin, 1854)	19	0,46%
	Thecostraca	Balanomorpha	Tetraclitidae	<i>Tetraclita</i> sp	571	13,73%
Cnidaria	Anthozoa	Actinaria	Actiniidae	<i>Actinostella bradleyi</i> (Verrill, 1869)	2	0,05%
Echinodermata	Echinoidea	Camarodonta	Echinometridae	<i>Echinometra vanbrunti</i> (Agassiz, 1863)	17	0,41%
	Ophiuroidea	Ophiacanthida	Ophiocomidae	<i>Ophiocoma aethiops</i> (Lütken, 1859)	5	0,12%
		Mytilida	Mytilidae	<i>Lithophaga aristata</i> (Dillwyn, 1817)	85	2,04%
	Bivalvia	Ostreoida	Ostreidae	<i>Magallana gigas</i> (Thunberg, 1793)	1	0,02%
		Aplysiida	Aplysiidae	<i>Dolabrifera dolabrifera</i> (Rang, 1828)	7	0,17%
		Cycloneritida	Neritidae	<i>Nerita scabricosta</i> (Lamarck, 1822)	10	0,24%
Mollusca		Lepetellida	Fissurellidae	<i>Fissurella virescens</i> (Sowerby, 1835)	7	0,17%
	Gastropoda		Columbellidae	<i>Anachis fluctuata</i> (Sowerby, 1832)	3273	78,70%
		Neogastropoda		<i>Acanthais brevidentata</i> (Wood, 1828)	13	0,31%
			Muricidae	<i>Vasula melones</i> (Duclos, 1832)	22	0,53%
		Siphonariida	Siphonariidae	<i>Siphonaria maura</i> (Sowerby, 1835)	53	1,27%
TOTAL					4159	100%

Especies macroinvertebrados asociado a la zona rocosa de Punta Blanca: **a)** *Eurythoe complanata* **b)** *Calcinus obscurus* **c)** *Eriphia squamata* **d)** *Grapsus grapsus* **e)** *Pachygrapsus marmoratus* **f)** *Pachygrapsus transversus* **g)** *Petruca panamensis* **h)** *Callinectes arcuatus* **i)** *Amphibalanus amphitrite* **j)** *Tetraclita* sp **k)** *Actinostella bradleyi* **l)** *Echinometra vanbrunti* **m)** *Ophiocoma aethiops* **n)** *Lithophaga aristata* **ñ)** *Magallana gigas* **o)** *Dolabrifera dolabrifera* **p)** *Nerita scabricosta* **q)** *Fissurella virescens* **r)** *Anachis fluctuata* **s)** *Acanthais brevidentata* **t)** *Vasula melones* **u)** *Siphonaria maura* (**Fig. 3**).

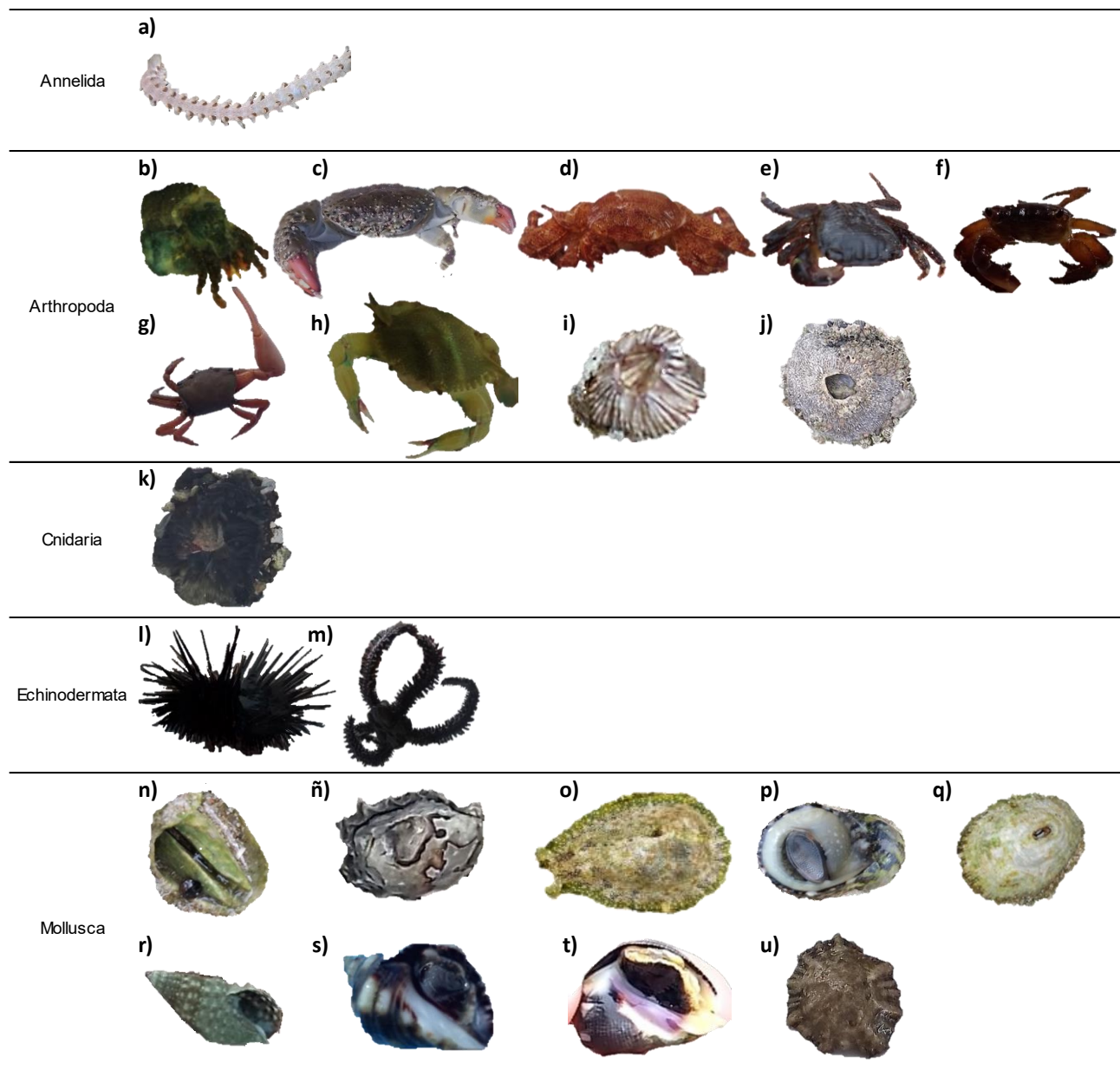


Fig. 3. Imágenes de los organismos identificados mediante guías taxonómicas en la playa rocosa de Punta Blanca dividido en 5 Phylum de macroinvertebrados distribuidos en 22 especies.

El índice de Shannon revela una tendencia al crecimiento a lo largo del tiempo, aunque con algunos altibajos. A medida que avanza el tiempo, los valores aumentan progresivamente, alcanzando su punto más alto alrededor del décimo muestreo, realizado a finales de diciembre con un valor cercano a 1.0. Esto significa que la variedad de especies y la distribución entre ellas fue mejorando, lo que refleja una comunidad de macroinvertebrados más diversa y equilibrada durante ese período.

El índice de Simpson también refleja un aumento gradual, aunque con menor variabilidad. Esto sugiere una disminución leve de la dominancia de especies particulares, favoreciendo una mayor equidad en la distribución de los organismos en las etapas finales del estudio (**Fig. 4**).

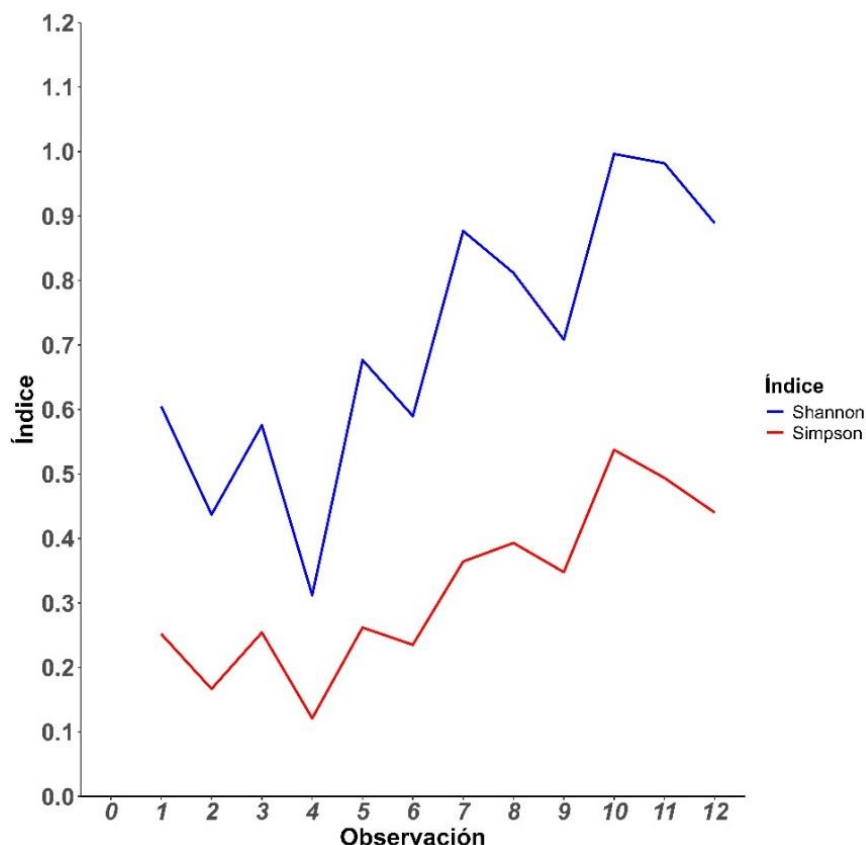


Fig. 4. Valores de los índices de biodiversidad

Se observa que la mayoría de las especies estuvieron presentes en un rango de temperatura entre 27.0 °C y 28.5 °C, observándose que la mayor concentración de registros se agrupó en valores cercanos a los 28.0 °C. Algunas especies, como *Anachis fluctuata*, *Siphonaria maura* y *Lithophaga aristata*, presentaron una amplia tolerancia térmica, distribuyéndose a lo largo de varios rangos de temperatura, lo que sugiere una alta plasticidad ecológica.

Respecto a la abundancia, especies como *Anachis fluctuata* y *Tetraclita sp.* mostraron mayor abundancia en temperaturas entre 27.5 °C y 28.5 °C, lo cual sugiere condiciones térmicas óptimas para su desarrollo o reproducción. En cambio, especies como *Ophiocoma aethiops* y *Actinostella bradleyi* estuvieron presentes con baja abundancia y en rangos térmicos reducidos, en el caso de las ofiuras la baja abundancia podría deberse a su naturaleza críptica y hábitos nocturnos.

La temperatura pudo haber influido en la estructura de la comunidad de especies de macroinvertebrados en la zona, observándose una mayor diversidad y abundancia en temperaturas

intermedias entre 27.5 y 28.5 °C, mientras que, temperaturas extremas por encima de 29.0 °C se puede observar una menor diversidad, aunque con algunos picos de abundancia en algunas especies (**Fig. 5**).

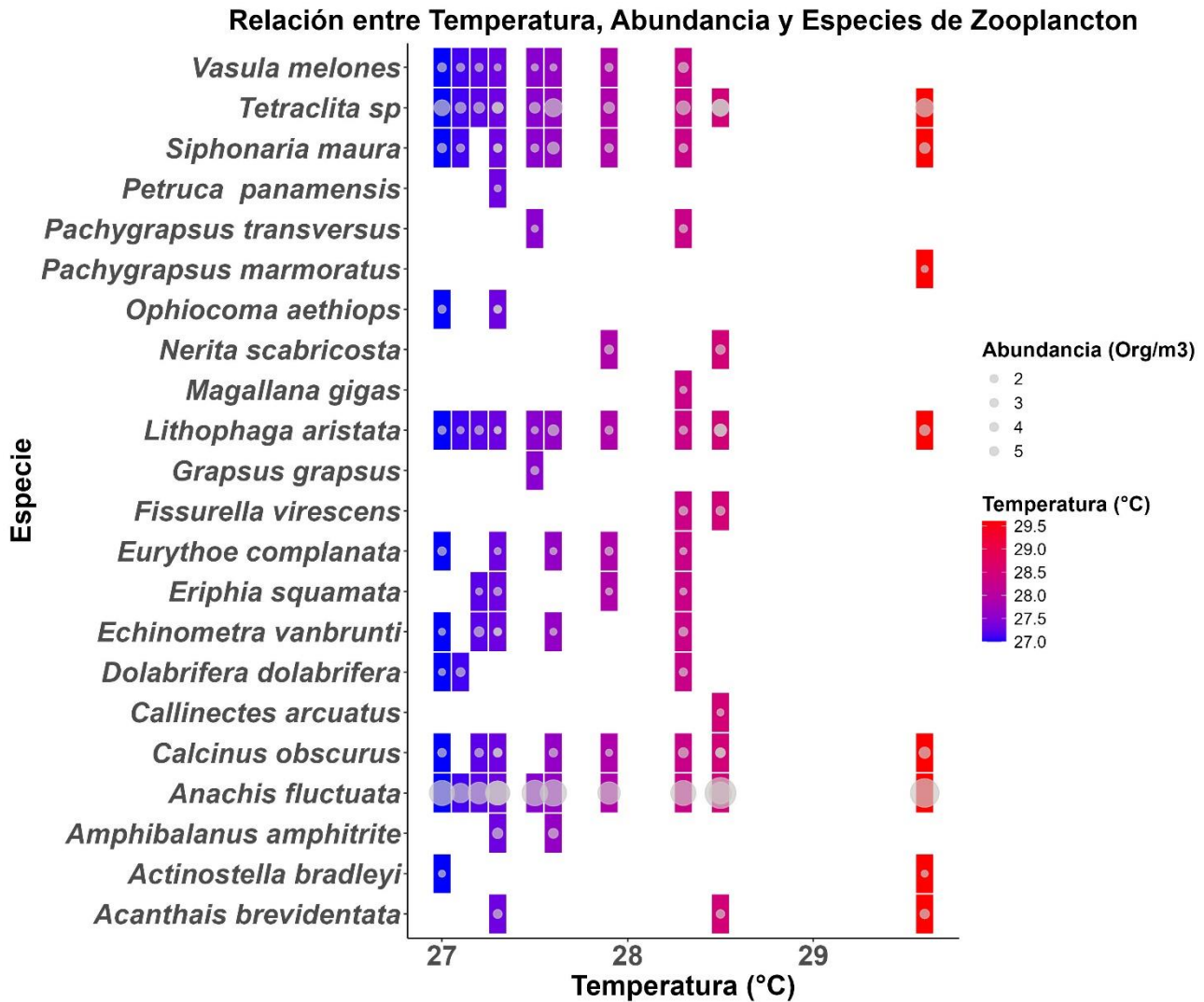


Fig. 5. Relación entre temperatura, abundancia y Especies de Zooplancton.

Se observó una mayor abundancia de especies durante los meses con temperaturas más elevadas. *Anachis fluctuata* presentó una alta abundancia en noviembre, diciembre y enero, coincidiendo con temperaturas por encima de 28.5 °C. Igualmente, *Tetracilita sp.* y *Siphonaria maura* tuvieron un incremento en su abundancia durante los meses cálidos, especialmente en enero, lo que puede indicar una posible relación positiva entre temperatura y abundancia para estas especies.

Algunas especies, como *Anachis fluctuata* y *Lithophaga aristata*, estuvieron presentes casi continuamente durante el tiempo de muestreo, lo que podría señalar una amplia tolerancia a los cambios térmicos. Sin embargo, especies como *Pachygrapsus marmoratus* y *Magallana gigas*

presentaron poca distribución, apareciendo solo en algunos meses. Además, la abundancia y distribución de estas especies también pueden verse afectadas por el nivel de perturbación del ecosistema, ya que algunos factores como la alteración del hábitat y la contaminación causada por la actividad humana pueden favorecer a especies más resistentes, como *Anachis fluctuata*, mientras pueden dificultar la presencia de especies más sensibles como *Magallana gigas* (Fig. 6).

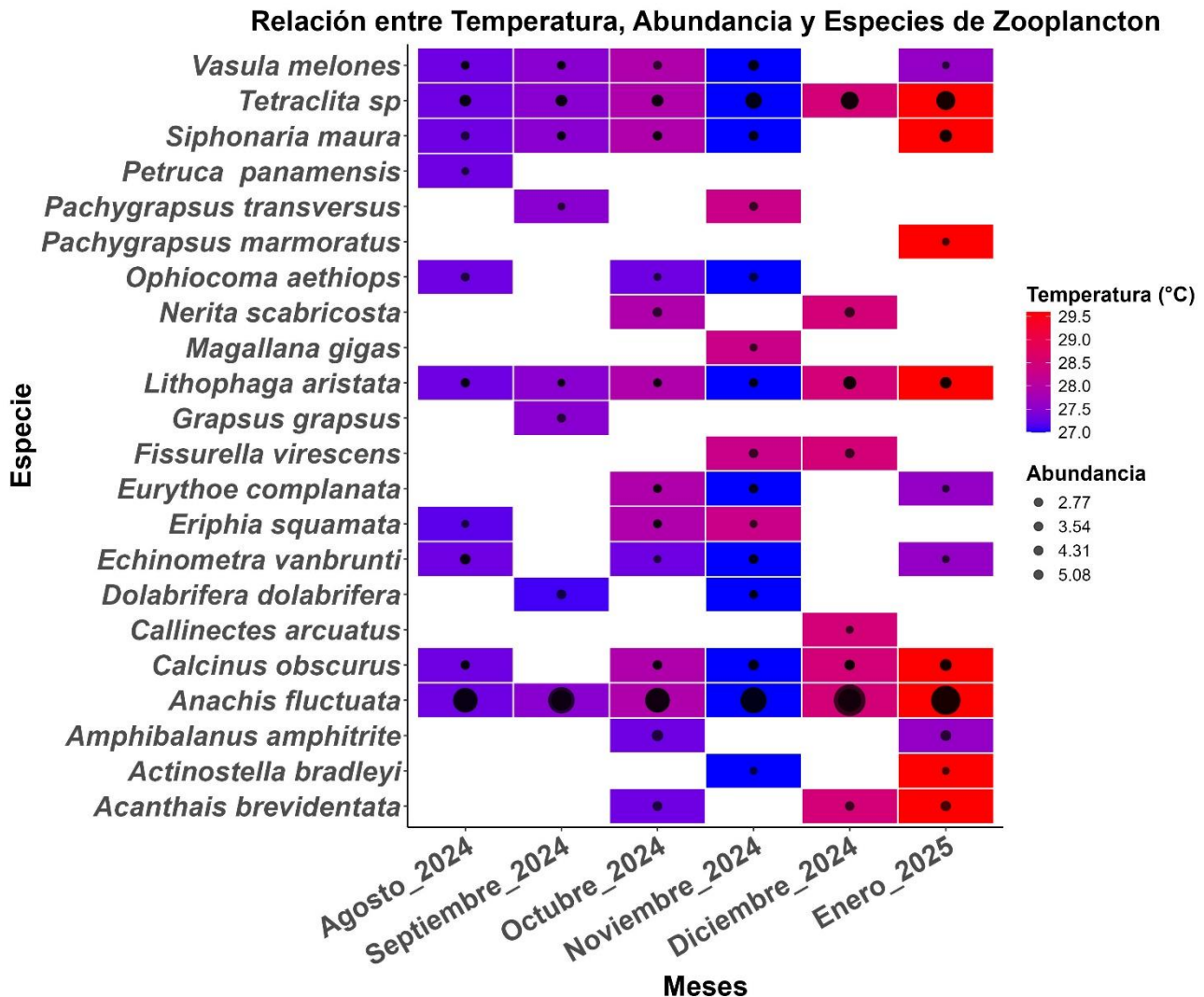


Fig. 6. Relación entre temperatura, abundancia y Especies de Zooplancton.

Las curvas de acumulación de especies donde cada curva representa un muestreo independiente, evidencian cómo se incrementa el número de especies registradas a medida que se realizan los muestreos en la zona intermareal rocosa de Punta Blanca, lo que podría dar lugar a diferencias entre los muestreos realizados, ya que algunas curvas se estabilizan rápidamente alcanzando entre 6 y 8 especies, lo que puede indicar una menor diversidad, a la vez que otras mantienen un crecimiento incluso con más de 300 individuos, lo que podría indicar que aún podrían aparecer nuevas especies

si se sigue muestreando en esta zona; además, algunas curvas presentan pendientes pronunciadas al inicio, reflejando una alta aparición de especies con pocos individuos, en cambio, otras muestran un crecimiento más progresivo, lo cual pone en evidencia variaciones en la composición y riqueza de las comunidades de macroinvertebrados en la zona intermareal rocosa de Punta Blanca (**Fig. 7**).

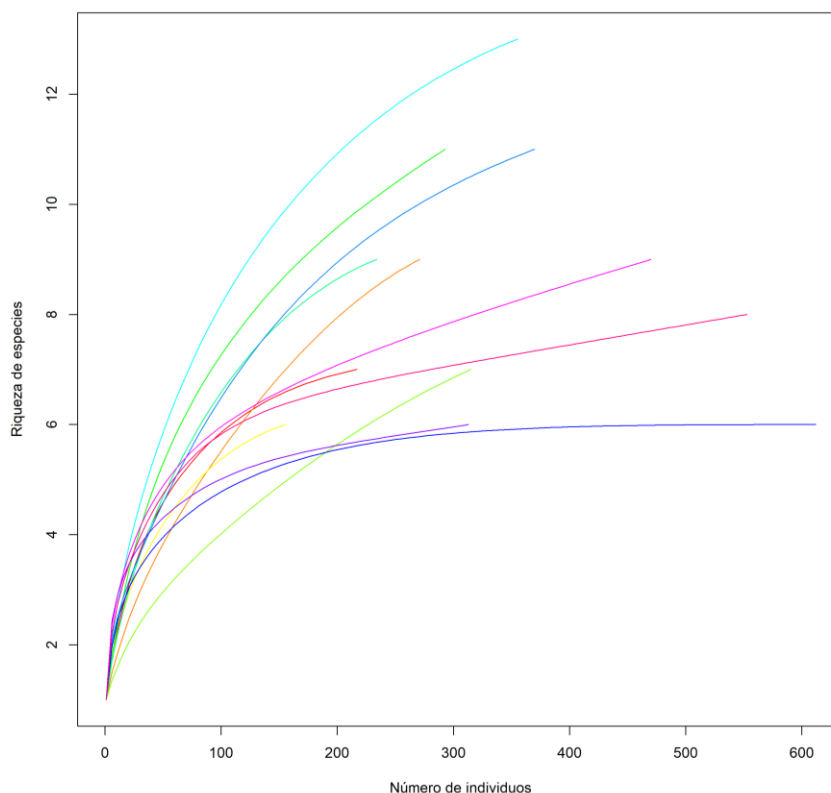


Fig. 7. Relación entre riqueza de especies y número de individuos.

Las especies se agrupan según la igualdad en su abundancia a lo largo de los muestreos realizados en la zona intermareal rocosa de Punta Blanca. Se observa que *Anachis fluctuata*, *Tetraclita sp.* y *Lithophaga aristata* presentan las mayores abundancias, señaladas en zonas de color rojo y naranja, mientras que el resto de las especies se mantienen en niveles bajos de abundancia, representadas en colores azul oscuro a celeste. Este patrón puede indicar una fuerte dominancia de unas pocas especies en el ecosistema intermareal de Punta Blanca, particularmente *Anachis fluctuata*, la cual constituye más del 75% de la abundancia total. Las agrupaciones apuntarían a que ciertas especies tienden a coexistir en condiciones similares o en sectores con características ambientales compartidas, lo cual podría estar influenciado por factores como la disponibilidad de sustrato rocoso, competencia por espacio y microhábitats (**Fig. 8**).

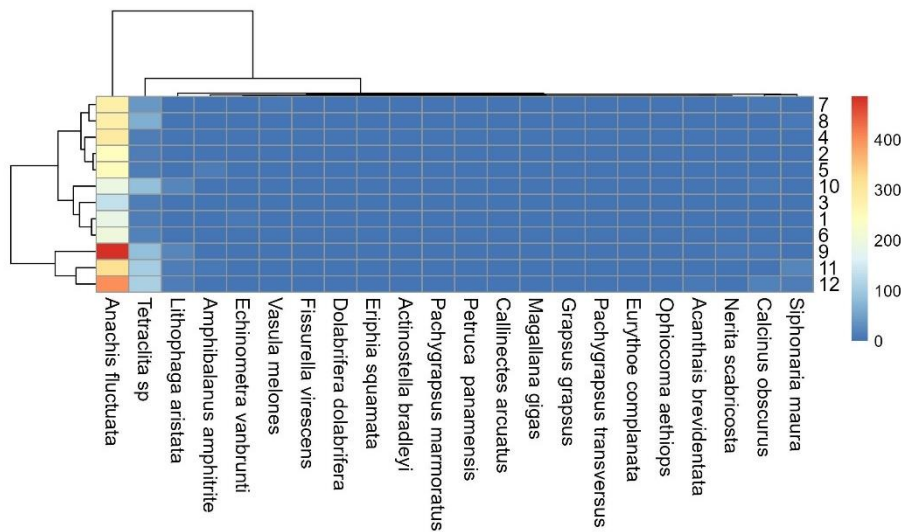


Fig. 8. Análisis de Clúster jerárquico de macroinvertebrados según abundancia

El análisis de componentes principales (PCA) representa la distribución multivariada de los 12 muestreos que se realizaron en la zona intermareal rocosa de Punta Blanca, donde los ejes PC1 y PC2 explican la mayor proporción de la variabilidad entre muestreos, donde cada punto representa un muestreo evaluado. Cada punto muestra una dispersión relativamente amplia, lo cual puede indicar diferencias importantes en la composición de especies entre los días de registro. Los muestreos 10, 11 y 12 se separan pronunciadamente del resto, lo que puede indicar un ensamble comunitario distinto posiblemente relacionado con una mayor exposición a condiciones ambientales o diferente nivel de perturbación (**Fig. 9**).

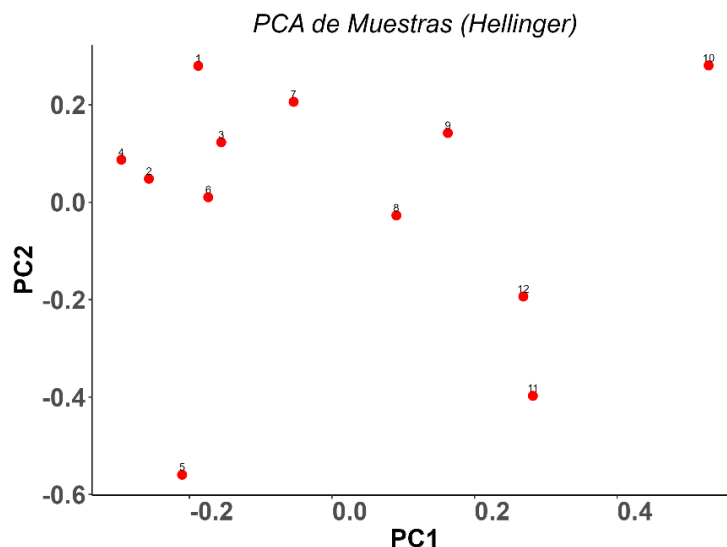


Fig. 9. Análisis de Componentes Principales (PCA) de las estaciones muestreadas

La red de coocurrencia de especies permite identificar asociaciones entre las especies muestreadas según su presencia simultánea en los mismos sitios, donde se puede observar que *Tetracilita* sp. ocupa una posición central dentro de la red, al estar conectada con varias especies como *Anachis fluctuata*, *Calcinus obscurus*, *Lithophaga aristata* y *Siphonaria maura*, lo que sugiere que estas comparten un hábitat común, posiblemente zonas rocosas intermareales. De manera similar, *Magallana gigas* presenta múltiples conexiones con especies como *Pachygrapsus transversus*, *Vasula melones*, *Callinectes arcuatus* y *Fissurella virescens*, indicando una afinidad con sustratos consolidados y ambientes dominados por filtradores y moluscos. En cambio, especies como *Actinostella bradleyi*, *Pachygrapsus marmoratus*, *Acanthais brevidentata* y *Calcinus obscurus* forman un grupo que sugiere preferencia por áreas protegidas con menor exposición al oleaje. También se identifican especies con pocas o ninguna conexión, como *Eurythoe complanata*, *Grapsus grapsus*, *Dolabrifera dolabrifera* y *Echinometra vanbrunti*, lo que podría indicar una distribución más restringida o una preferencia por hábitats específicos (**Fig. 10**).

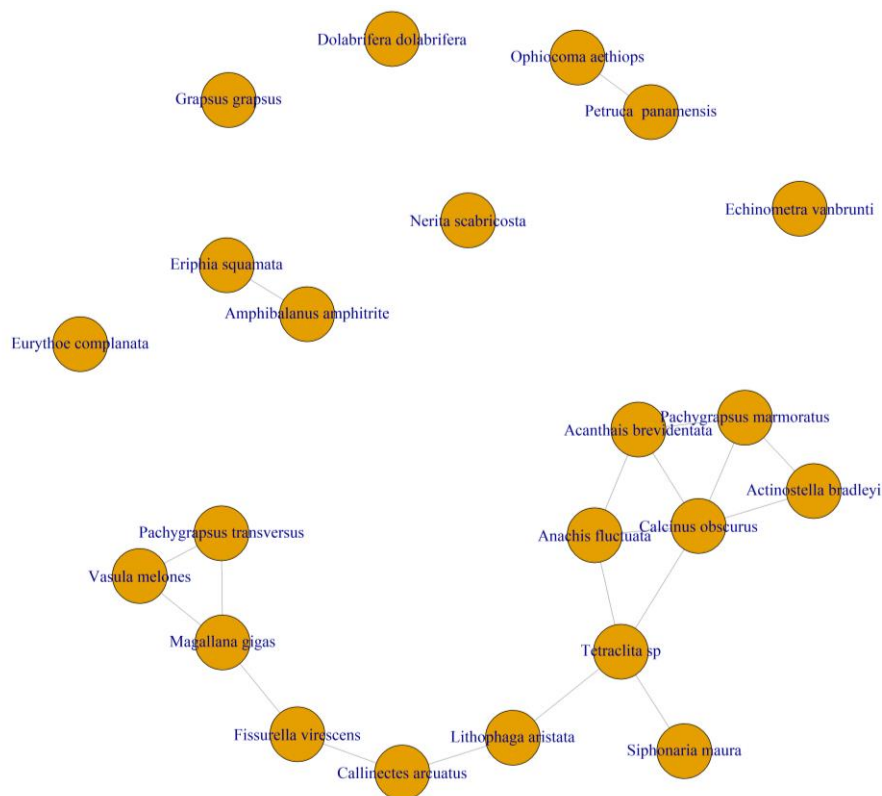


Fig. 10. Red de co-ocurrencia de especies

Cada panel representa un modelo de rango-abundancia ajustado para cada muestreo realizado en la zona intermareal rocosa de Punta Blanca, donde se comparan distintos modelos teóricos de distribución como Preemptive, Lognormal, Zipf y Mandelbrot. La mayoría de los muestreos del 1 al 10 se ajustan al modelo de Zipf, representado por la línea naranja, indicando que la comunidad presenta una fuerte jerarquía en la dominancia de especies, con unas pocas especies muy

abundantes y muchas poco comunes. Sin embargo, los muestreos 11 y 12 muestran un ajuste más próximo al modelo Mandelbrot, lo que podría indicar una mayor complejidad estructural o presencia de microhábitats que promueven una distribución más equitativa entre especies (**Fig. 11**).

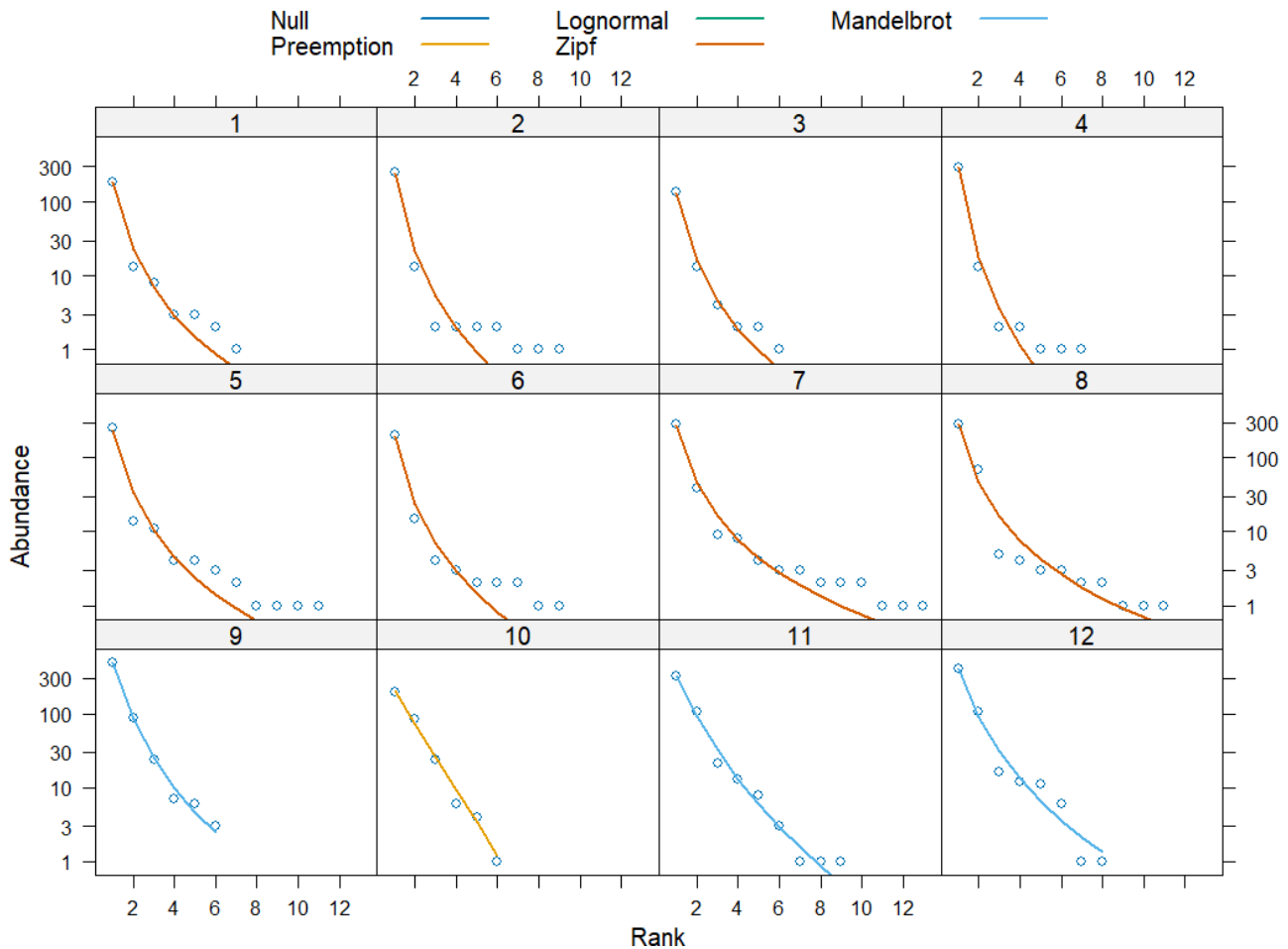


Fig. 11. Modelos de distribución rango abundancia por estación

El análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) mostró disimilitud de especies en la composición específica de las estaciones muestreadas en la zona intermareal rocosa de Punta Blanca. Los muestreos 9, 10, 11 y 12 se alejan del agrupamiento central, lo que podría indicar diferencias sustanciales en su composición de macroinvertebrados. Esto puede deberse a factores como variaciones microambientales o perturbaciones localizadas, como presencia de residuos y diferente cobertura algal (**Fig. 12**).

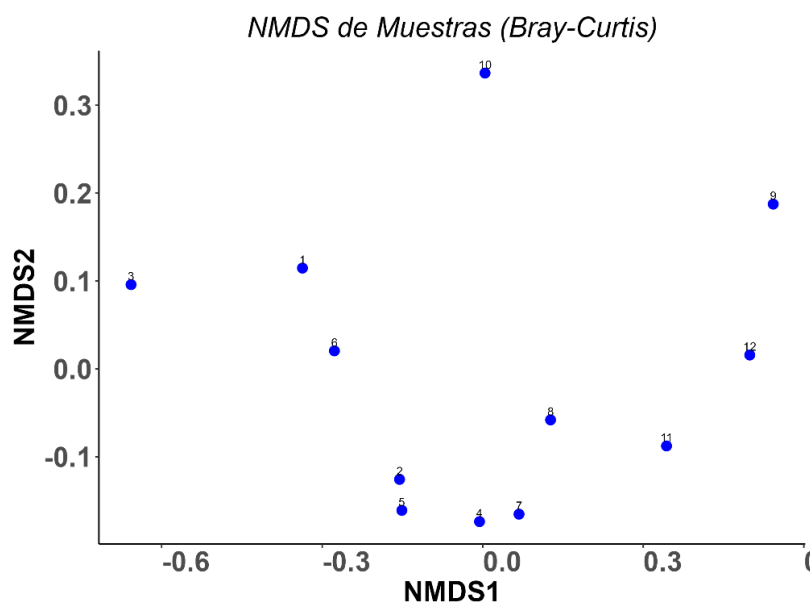


Fig. 12. Ordenación NMDS basada en la disimilitud de Bray-Curtis entre estaciones

La matriz de correlación circular muestra la fuerza y dirección de la relación entre variables ambientales como la temperatura, pH, salinidad y la abundancia total de organismos, utilizando colores y formas de sectores. La abundancia total indicaría una fuerte correlación positiva con la temperatura, mientras que la salinidad sugiere una relación inversa moderada. El pH no exhibe correlaciones significativas. Esto podría decir que la temperatura podría ser un factor determinante en la regulación de las poblaciones de macroinvertebrados, favoreciendo el crecimiento o actividad de ciertas especies dominantes en períodos más cálidos (**Fig. 13**).

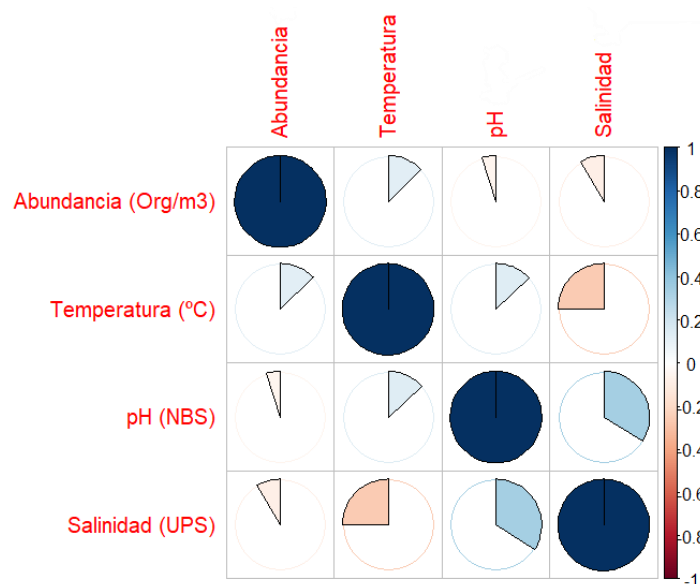


Fig. 13. Correlación entre variables ambientales y abundancia

Se observa una matriz que compara correlaciones entre diversos índices ecológicos como la diversidad, equitatividad, riqueza, dominancia y variables ambientales mediante coeficientes de Pearson. Existe una alta correlación positiva entre los índices de diversidad de Shannon (H) y equitatividad (E10, E20), lo cual es esperable. La correlación negativa entre la riqueza de especies (N0) y la salinidad (-0.047) y pH (-0.203), refuerza la idea de que condiciones fisicoquímicas extremas o fluctuantes afectan negativamente la diversidad y estructura de la comunidad. Este análisis respalda la sensibilidad de los macroinvertebrados ante variables ambientales y su utilidad como bioindicadores (Fig. 14).

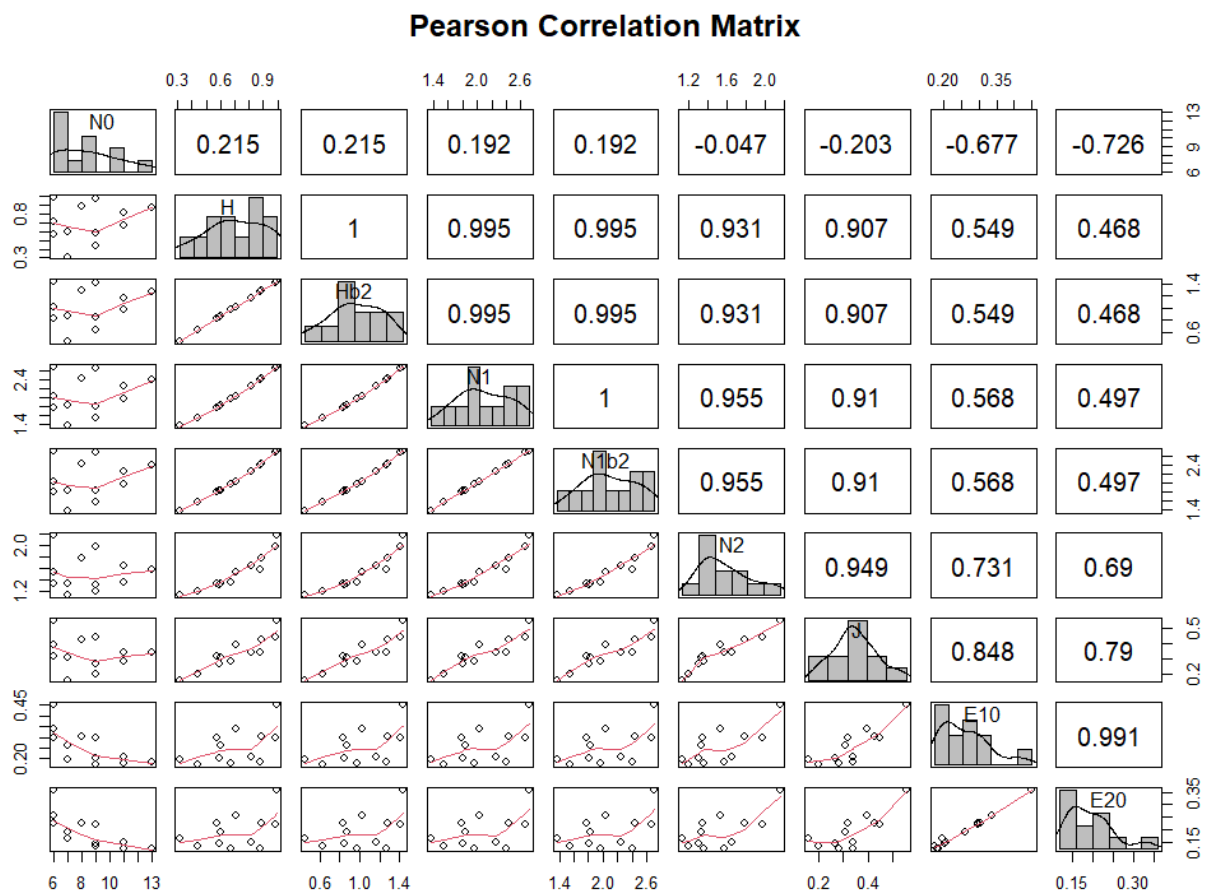


Fig. 14. Matriz de correlación de Pearson entre índices ecológicos

4. DISCUSIÓN.

Los resultados obtenidos en la zona intermareal rocosa de Punta Blanca evidencian una clara dominancia del phylum Mollusca, particularmente dentro del grupo de los gasterópodos, como *Anachis fluctuata*. Esta prevalencia concuerda con lo señalado por (Valdivia Campos, 2022), quienes destacan que los moluscos, por su capacidad a adaptarse, tienden a ser dominantes en ecosistemas litorales donde se presenta un sustrato adecuado para su fijación, alimentación y reproducción.

La mayor abundancia registrada en la zona mesolitoral también guarda similitud con lo descrito por (Miloslavich et al., 2011), quienes afirman que esta franja intermedia en zonas rocosas presenta condiciones óptimas para una alta biodiversidad debido a una moderada exposición al oleaje, mejor retención de humedad y mayor disponibilidad de nutrientes, en comparación con la zona supralitoral, más expuesta, o la infralitoral, más estable, pero con menor oxigenación durante bajamar. Además, la comunidad observada en Punta Blanca se asemeja a la descrita por (Armendáriz et al., 2022), quienes mencionan que los macroinvertebrados intermareales son sensibles indicadores de las condiciones ambientales. La presencia recurrente de crustáceos como *Calcinus obscurus* y balánidos como *Tetraclita sp.* sugiere una estabilidad ecológica relativa en ciertos sectores del mesolitoral. Esto coincide con lo afirmado por Martín Costa, (2023), quien menciona que especies como *Tetraclita sp.* colonizan rápidamente sustratos duros expuestos, desempeñando un rol importante en la estructuración de la comunidad bentónica.

Estudios previos realizados por (Olascoaga-Valverde et al., 2023), mencionan que ambientes litorales similares muestran una mayor proporción de equinodermos, en particular ofiuroideos y equinoideos, grupos que en el presente estudio presentan una representatividad mucho menor. Esta diferencia puede estar relacionada con la actividad humana que sufre actualmente la playa de Punta Blanca, como la modificación del sustrato por infraestructura, lo cual podría ser una de las causas de la disminución de la biodiversidad en entornos rocosos costeros ((Speake, 2023).

Respecto a las condiciones ambientales registradas durante el presente estudio, se observó una temperatura promedio de 27,2 °C, salinidad de 26 UPS y pH de 8,29 estas son similares a las descritas para otras zonas costeras del Ecuador, según (García-Garizábal et al., 2017). Estas variables ambientales influyen de forma directa en la distribución y abundancia de los macroinvertebrados marinos, ya que afectan procesos fisiológicos esenciales como la osmorregulación, la respiración y la reproducción (Arana-Maestre et al., 2021). Por ejemplo, una disminución en la salinidad puede limitar la presencia de especies que no toleran variaciones, mientras que la temperatura regula la tasa metabólica y el comportamiento trófico de muchos invertebrados (López-Rosas, 2021). De acuerdo con (Bozinovic & Cavieres, 2019), en ambientes tropicales intermareales, ligeras fluctuaciones térmicas o de pH pueden modificar la composición de especies dominantes, desplazando a organismos menos tolerantes.

5. CONCLUSIONES

Este estudio mostró una gran predominancia del phylum Mollusca en la zona intermareal rocosa de Punta Blanca en Jaramijó, principalmente de *Anachis fluctuata*, especie que representó más del 75 % de la abundancia total en los muestreos. Esta dominancia va de la mano con la capacidad de adaptación de estos moluscos a litorales rocosos, con un sustrato duro para su adhesión. De toda esta información, es relevante que la abundancia más alta de macroinvertebrados se encontró en la zona mesolitoral con 3315 individuos, mostrando una relación negativa entre la riqueza de especies, la salinidad y el pH, lo que indica que la inestabilidad de las condiciones fisicoquímicas afecta negativamente la diversidad y estructura de la comunidad, resaltando la sensibilidad de las especies de macroinvertebrados a las variables ambientales y su importancia como bioindicadores. De igual

forma, la temperatura es una variable muy importante en la regulación de las especies de macroinvertebrados, ayudando al crecimiento de algunas especies en períodos calurosos; la salinidad indica una relación inversa moderada, mientras que el pH no muestra una correlación importante.

La composición y riqueza de las comunidades de macroinvertebrados en la zona intermareal de Punta Blanca fluctuó entre muestreos, esto se debe a factores ambientales o alteraciones localizadas como la presencia de basura, pesca o diferentes coberturas de algas. Algunas especies, como *Anachis fluctuata* y *Lithophaga aristata*, presentan una gran tolerancia a los cambios de temperatura y están presentes casi continuamente, mientras que otras especies como *Pachygrapsus marmoratus* y *Magallana gigas* presentan una distribución restringida.

La acción del ser humano y la alteración del ecosistema son unas de las causas del descenso de la biodiversidad en el litoral rocoso de Punta Blanca. Gran parte de los muestreos se acomodan al modelo de Zipf, mostrando una fuerte jerarquía en la dominancia de especies, con unas pocas especies muy abundantes; sin embargo, algunos de los muestreos se acercan al modelo de Mandelbrot, lo que indica una estructura más compleja o microhábitats que fomentan una distribución más igualitaria.

Los datos preliminares de Punta Blanca muestran un patrón biológico que valida parcialmente lo reportado por estudios regionales en playas rocosas del Ecuador y del Pacífico tropical, destacando importancia de monitorear continuamente estos ecosistemas vulnerables.

AGRADECIMIENTO

Expresar mi más sincero agradecimiento a mi compañera Nayely Quiñones y a mi pareja Nathaly Morales por su valiosa ayuda en la recolección de datos. De manera especial, agradezco profundamente a mis padres, Jaime Peñarrieta y Mariela Bravo, por su constante apoyo, motivación y confianza a lo largo de todo este proceso académico. El autor 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

- Armendáriz, L., Ambrosio, E. S., Spaccesi, F. G., & Capítulo, A. R. (2022). Los invertebrados y la calidad del hábitat como indicadores de la condición biológica de la costa del Río de la Plata, Argentina. *Ecología Austral*, 32(3), 1039-1053.
- Batten Cuadrado, S. G. (2023). *Caracterización macroalgal y macroinvertebrados asociados de la zona intermareal rocosa en la playa La Viejita de la Base Naval de Salinas, provincia de Santa Elena*. [B.S. thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2023]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10143>
- Bozinovic, F., & Cavieres, L. A. (2019). La vulnerabilidad de los organismos al cambio climático: Rol de la fisiología y la adaptación. *Ediciones CAPES-UC. Santiago*. https://capes.cl/wp-content/uploads/2020/04/BozinovicCavieres_2019-2.pdf
- Dagnino, J. (2014). Coeficiente de correlación lineal de Pearson. *Chil Anest*, 43(1), 150-153.
- Duarte, J. F. (2017). Macroinvertebrados bentónicos y su relación con la calidad del agua en la cuenca alta de del Río Frío (Tabio, Cundinamarca). *Bogota: Pontificia Universidad Javeriana*. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstreams/90b50111-d2a8-483e-a8da-9503eb395f52/download>
- Everitt, B. S., Landau, S., Leese, M., & Stahl, D. (2011). Cluster analysis. John Wiley & Sons. *Ltd., New York*, 330.
- Farfán, F. P. (2018). *Agroclimatología del Ecuador*. Editorial Abya-Yala. [https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=hy0MEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA17&dq=Farf%C3%A1n,+F.+P.+\(2018\).+Agroclimatolog%C3%ADa+del+Ecuador.+Editorial+Abya-Yala.&ots=q8ZQeCdHIH&sig=rj_OVJHYIIDXNivTgDYuZ-drRic](https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=hy0MEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA17&dq=Farf%C3%A1n,+F.+P.+(2018).+Agroclimatolog%C3%ADa+del+Ecuador.+Editorial+Abya-Yala.&ots=q8ZQeCdHIH&sig=rj_OVJHYIIDXNivTgDYuZ-drRic)
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E., & Niem, V. H. (1995). *Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca-Pacífico Centro-Oriental Volumen*

II. Vertebrados. Parte1. <https://openknowledge.fao.org/items/88dfa5f8-2826-4480-b00c-dff34657f100>

García, J. L. C., Avila, E. J. C., Cuenca, W. A. P., & Burgos, A. M. C. (2020). Biodiversidad del componente forestal en dos campus de la Universidad Técnica del Norte, Ecuador. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*. ISSN 2477-8982, 24, 09-28.

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.

Gonzabay Santos, R. M. (2024). *Diversidad y abundancia de macroinvertebrados béntonicos moluscos, crustáceos y equinodermos, presentes en la zona intermareal rocoso San Pedro-Manglaralto* [B.S. thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. 2024]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10844>

Gotelli, N. J., & Ellison, A. M. (2016). *Principios de estadística em ecologia*. ARTMED editora.

Gracia Prieto, F. J., Alonso Villalobos, C., & Abarca, J. M. (2017). *Evolución histórica y geomorfología de las explotaciones salineras en marismas mareales. Ejemplos de la bahía de Cádiz*. <https://rodin.uca.es/handle/10498/36478>

López-Rosas, H. (2021). *Variaciones espacio-temporales del nivel y salinidad del agua afectan la composición de especies del manglar-tular*. <https://ri.ujat.mx/handle/200.500.12107/5524>

Miloslavich, P., & Carbonini, A. (2010). Manual de muestreo para comunidades costeras, protocolo para litorales rocosos y praderas de fanerógamas marinas. *Caracas: Universidad Simón Bolívar*.

Miloslavich, P., Klein, E., Díaz, J. M., Hernández, C. E., Bigatti, G., Campos, L., Artigas, F., Castillo, J., Penchaszadeh, P. E., & Neill, P. E. (2011). Marine biodiversity in the Atlantic and Pacific coasts of South America: Knowledge and gaps. *PloS one*, 6(1), e14631.

Morris, E. K., Caruso, T., Buscot, F., Fischer, M., Hancock, C., Maier, T. S., Meiners, T., Müller, C., Obermaier, E., Prati, D., Socher, S. A., Sonnemann, I., Wäschke, N., Wubet, T., Wurst, S., & Rillig,

M. C. (2014). Choosing and using diversity indices: Insights for ecological applications from the German Biodiversity Exploratories. *Ecology and Evolution*, 4(18), 3514-3524. <https://doi.org/10.1002/ece3.1155>

Olascoaga-Valverde, D., Nisperuza-Pérez, C. A., Yepes-Escobar, J., & Quirós-Rodríguez, J. A. (2023). Diversidad, densidad poblacional y distribución espacial de equinoideos regulares (Echinodermata: Echinoidea) en Isla Fuerte, Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 26(2). http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-42262023000200012&script=sci_arttext

Santos Valdivieso, M. E. (2017). *Variabilidad de los factores físico-químicos del agua y su influencia sobre la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en dos microcuencas del río El Ángel* [B.S. thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2017]. <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/7516>

Speake, M. Á. (2023). *Incidencia de la actividad humana en las áreas protegidas costeras del estuario de Bahía Blanca*. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/6843>

Valdivia Campos, S. D. (2022). *Moluscos: Características, clasificación, reproducción. Especies representativas*. <https://repositorio.une.edu.pe/entities/publication/repositorio.une.edu.pe>

Vergara Moreira, M. A. (2024). *Influencia de condiciones físicoquímicas sobre macroinvertebrados marinos de la zona intermareal rocosa de la playa La Viejita, Salinas-Ecuador*. [B.S. thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2024]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/11784>