



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE BIOLOGÍA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Modalidad Artículo Académico

Tema

Biomasa, diversidad y abundancia del zooplancton en la zona del Pto Jaramijó-Manabí durante los meses de julio 2024 – enero 2025

Autor (es)

Mero Castro Keane Josue

Rodríguez Tubay José Luis

Periodo 2025 – 1

Tutor: Biol. Luber Javier Quijije López, Mg.

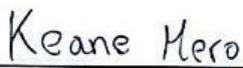
Declaración de Autoría

En el presente documento, nosotros, **Mero Castro Keane Josue y Rodríguez Tubay José Luis**, declaramos que hemos contribuido a la realización del trabajo de titulación bajo la modalidad de Artículo Académico, como requisito previo para la obtención del título de Biólogo, con el tema: **Biomasa, diversidad y abundancia del zooplancton en la zona del Pto Jaramijó-Manabí durante los meses de julio 2024 – enero 2025.**

Hemos revisado y aprobado la versión final del manuscrito, autorizando su presentación para publicación. Asimismo, garantizamos que este trabajo es original, no ha sido publicado previamente y no se encuentra en proceso de evaluación para su publicación en ningún otro lugar.

Además, declaramos no tener conflictos de intereses en relación con este trabajo.

Firmas:



Mero Castro Keane Josue
C.I. 1316812138



Rodríguez Tubay José Luis
C.I. 1313718312

 Uleam <small>UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABI</small>	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

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:

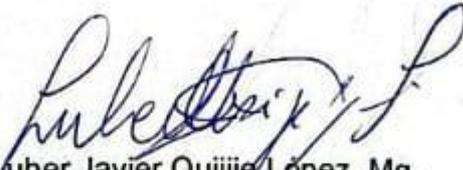
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Rodriguez Tubay José Luis**, legalmente matriculada en la carrera de Biología, periodo académico 2025-2026, cumpliendo el total de **384** horas, cuyo tema del proyecto es "*Biomasa, diversidad y abundancia del zooplancton en la zona del Pto Jaramijó-Manabí durante los meses de julio 2024 – enero 2025*".

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 05 de agosto de 2025.

Lo certifico,


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

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular

	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 del estudiante **Keane Josue Mero Castro**, legalmente matriculada en la carrera de Biología, período académico 2025-2026, cumpliendo el total de **384** horas, cuyo tema del proyecto es "**Biomasa, diversidad y abundancia del zooplancton en la zona del Pto Jaramijó-Manabí durante los meses de julio 2024 – enero 2025**".

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 05 de agosto de 2025.

Lo certifico,


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

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.

Biomasa, diversidad y abundancia del zooplancton en la zona del Pto Jaramijó-Manabí durante los meses de julio 2024 – enero 2025

Mero-Castro Keane¹, Rodriguez-Tubay Jose¹

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

Correo institucional: e1316812138@live.uleam.edu.ec¹, e1313718312@live.uleam.edu.ec¹

RESUMEN

El zooplancton cumple un rol fundamental en los ecosistemas marinos, no solo por su función como eslabón intermedio entre el fitoplancton y organismos superiores, sino también por su capacidad de responder rápidamente a cambios ambientales, lo que lo convierte en un indicador confiable de la salud ecológica. En este contexto, se desarrolló una investigación en el Puerto de Jaramijó, provincia de Manabí, con el objetivo de determinar la biomasa, diversidad y abundancia del zooplancton entre los meses de julio de 2024 y enero de 2025, en un escenario con posibilidad de estar ligeramente influenciado por residuales térmicos del evento El Niño 2023 -2024. El estudio consistió en la realización de 52 arrastres planctónicos superficiales, 26 diurnos y 26 nocturnos, dentro de la primera milla náutica, acompañado del registro de parámetros fisicoquímicos como temperatura, pH, carbonatos y bicarbonatos. Las muestras fueron analizadas en laboratorio para la identificación taxonómica y cuantificación de organismos, utilizando herramientas estadísticas en RStudio para interpretar los resultados. Se identificaron 17 especies, con una clara dominancia del Phylum Arthropoda, particularmente copépodos como *Calanoides carinatus* y *Calanoides acutus*. Los índices de diversidad mostraron una comunidad estable, con alta equitatividad y baja dominancia. Además, se observó una mayor abundancia durante fases lunares como Luna Nueva y Cuarto Menguante, lo cual sugiere sincronización con ciclos naturales de reproducción o migración vertical. Las conclusiones reflejan que la comunidad zooplanctónica de Jaramijó presenta una notable adaptabilidad a rangos térmicos mesotérmicos, pero también sensibilidad a variables ambientales como el pH y los carbonatos. Estos resultados refuerzan la importancia del monitoreo zooplanctónico para anticipar posibles impactos derivados del cambio climático y de la actividad humana en las zonas costeras ecuatorianas.

Palabras clave: Calanoides spp., Clúster de especies, Concurrencia, Euterpina acutifrons, Interacciones ecológicas.

Biomass, diversity, and abundance of zooplankton in the Jaramijó-Manabí Port area during the months of July 2024–January 2025

ABSTRACT

Zooplankton plays a fundamental role in marine ecosystems, serving not only as an intermediate trophic link between phytoplankton and higher organisms but also due to its rapid responsiveness to environmental changes, making it a reliable indicator of ecological health. In this context, a study was conducted in the Port of Jaramijó, Manabí Province, aimed at determining the biomass, diversity, and abundance of zooplankton between July 2024 and January 2025, during a period potentially influenced by lingering thermal effects of the 2023–2024 El Niño event. The research involved 52 superficial plankton tows—26 diurnal and 26 nocturnal—within the first nautical mile, alongside measurements of physicochemical parameters including temperature, pH, carbonates, and bicarbonates. Samples were laboratory-processed for taxonomic identification and quantification of organisms, with statistical analyses performed in RStudio. Seventeen species were identified, with clear dominance of the phylum Arthropoda, particularly copepods such as *Calanoides carinatus* and *Calanoides acutus*. Diversity indices indicated a stable community structure, characterized by high evenness and low dominance. Increased abundance was observed during lunar phases such as the New Moon and Last Quarter, suggesting synchronization with natural reproductive or vertical migration cycles. The findings indicate that the zooplankton community in Jaramijó exhibits notable adaptability to mesothermal temperature ranges but remains sensitive to

environmental variables such as pH and carbonate levels. These results underscore the importance of zooplankton monitoring in anticipating potential impacts of climate change and human activity on Ecuadorian coastal ecosystems.

Keywords: *Calanoides spp.*, Species cluster, Concurrence, *Euterpina acutifrons*, Ecological interactions.

1. INTRODUCCIÓN

El zooplancton es un componente fundamental en los ecosistemas marinos, desempeñando un rol central en la cadena trófica al actuar como intermediario entre los productores primarios, como el fitoplancton, y organismos superiores, incluidos peces, aves y mamíferos marinos (Vargas et al., 2021). Está se sitúa en la segunda posición de la red trófica acuática marina, transfiriendo energía de los productores (nano-fitoplancton) a los niveles más elevados de consumidores, debido a su habilidad para filtrar partículas de tamaño microscópico, específicamente, los copépodos que constituyen el componente más prevalente de la producción secundaria en los océanos y lagos (Giesecke y González, 2004).

La materia orgánica producida por el fitoplancton, conocida como producción primaria, es consumida por los herbívoros marinos, especialmente por los copépodos. Estos organismos son fundamentales para la formación de tejido animal y son responsables en gran medida de la producción secundaria a nivel mundial. Además, juegan un papel esencial en la estructura y funcionamiento de la red alimentaria en el océano pelágico (Yáñez et al., 2018). En particular, en el Pacífico Ecuatorial, los copépodos aportan más del 90% de la abundancia del zooplancton, lo que evidencia su papel dominante como consumidores primarios y su influencia directa en la estructura y funcionamiento de la red trófica pelágica (Roman y Gauzens, 1997).

En las últimas tres décadas, el estudio del zooplancton ha permitido entender mejor los procesos ecológicos marinos, especialmente su interacción con el fitoplancton siendo un indicador clave de la salud del ecosistema, influida por interacciones biológicas como competencia y depredación (Posligua Suárez y Andrade Ruíz, 2023). En las áreas costeras y estuarinas de Ecuador, estos organismos dominan debido a su capacidad para adaptarse a cambios ambientales y de salinidad (Ramos-Centeno y Napa-España, 2020). La composición y abundancia del zooplancton son altamente variables y están estrechamente influenciadas por factores abióticos como la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y disponibilidad de nutrientes (Márquez et al., 2021).

El cantón Jaramijó es uno de los lugares costeros donde la pesca constituye la principal actividad económica, razón por la cual, se le conoce como “caleta de pescadores” (Cevallos Palma, 2024),

cuenta con 30 naves nodrizas artesanales, además de 2500 pescadores, los cuales desempeñan labores de pesquería artesanal y solo 450 personas se encuentran agremiados, aunque las asociaciones han implementado capacitaciones sobre el impacto ambiental de las actividades pesqueras, estas no han logrado que el sector interiorice plenamente las implicaciones de sus prácticas cotidianas en el mar con la biodiversidad marina y la contribución a los cambios climáticos que generan estas prácticas en la zona (Zurita-Maldonado y Vásquez-Campuzano, 2018; Franco et al., 2024; INOCAR, 2024). Es así, que frente a esta problemática se pretende determinar la biomasa, diversidad y abundancia del zooplancton en la zona costera de Jaramijó, provincia de Manabí, durante el período comprendido entre julio de 2024 y enero de 2025, teniendo en consideración que la investigación se desarrolló en un contexto oceanográfico caracterizado por residuales térmicos del fenómeno “El Niño” durante este periodo de tiempo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

Este estudio se llevó a cabo en el Puerto Pesquero de Jaramijó (0°56'31.8"S 80°38'13.7"W), usando como movilización una lancha de fibra de vidrio. En la zona de estudio, la pesca artesanal constituye una actividad productiva esencial que sostiene la economía local. Representa la principal fuente de ingreso para numerosas familias, generando empleo directo e indirecto.

2.2. Trabajo de campo

En esta investigación se realizaron 52 arrastres superficiales entre julio 2024 y enero 2025, divididos en 26 arrastres diurnos (07:00 a 08:00) y 26 arrastres nocturnos (17:00 a 18:00). Para llevar a cabo lo antes mencionado, se establecieron 2 transeptos paralelos a la costa (0°56'04.3"S 80°38'04.3"W; 0°56'09.8"S 80°37'42.3"W) y 2 transeptos perpendiculares a la costa (0°55'47.1"S 80°37'38.7"W; 0°56'14.2"S 80°38'03.4"W) dentro de la primera y segunda milla náutica, esto se fundamenta debido a que el frente ecuatorial (costa ecuatoriana) presenta condiciones oceanográficas que favorecen la abundancia, distribución y diversidad de copépodos (Bucheli y Cajas, 2022) (**Fig. 1**).

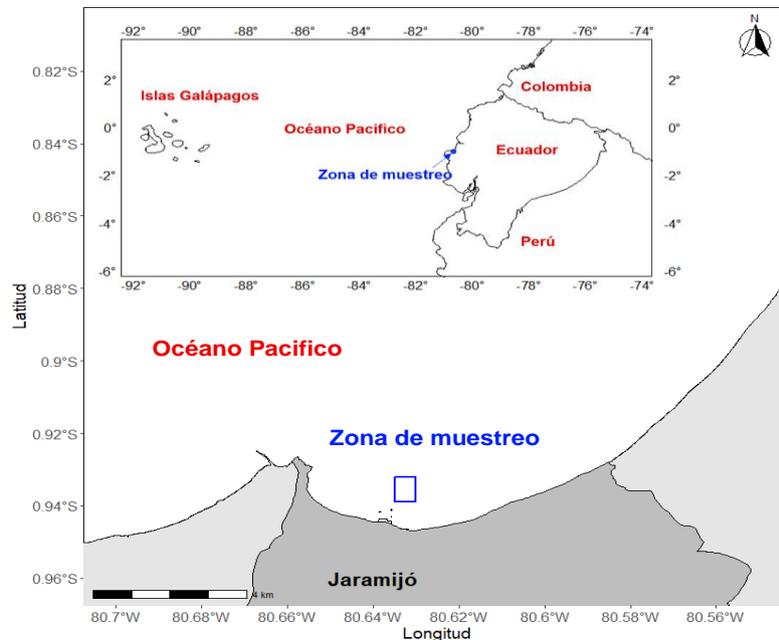


Fig. 1. Ubicación geográfica de la zona de muestreo, frente a la costa del cantón Jaramijó, Manabí, Ecuador.

Se utilizó una red cónica con luz de malla de 300 μm , un diámetro de boca de red de 58,3 cm y 200 cm de longitud. La red fue arrastrada desde un bote con una eslora de 7,5 m y un motor 40 HP. Cada arrastre se realizó en el primer metro de la columna de agua y duró 10 minutos a una velocidad de 3,8 km/h, aproximadamente.

Las coordenadas de los puntos de inicio y fin del arrastre se obtuvieron con ayuda de la aplicación Phyphox, así mismo la distancia recorrida entre ellos.

Las muestras de zooplancton fueron colocadas en botellas plásticas de 2000 ml y preservadas con una solución de formaldehído al 4% buferada con tetraborato de sodio. Luego se conservaron en refrigeración hasta ser trasladadas en recipientes isotérmicos hasta el laboratorio de la carrera Biología de la Facultad de Ciencias de la Vida y la Tecnología de la ULEAM en Manta para su posterior análisis.

Los parámetros ambientales medidos *in situ* fueron: temperatura superficial del mar (TSM), pH, y salinidad, con ayuda de un medidor multiparamétrico modelo C600 con un error de $\pm 0,01$. Se recolectaron muestras de agua de mar para el análisis fisicoquímico (carbonatos y bicarbonatos).

2.3. Trabajo de laboratorio

La estimación de abundancia de organismos se determinó luego de homogeneizar cada muestra y extraer alícuotas con una jeringa de 1 ml de capacidad. Para la cuantificación del zooplankton se utilizó una placa petri cuadrículada, la cual, permitió el conteo de los organismos, iniciando secuencialmente desde los cuadrados de izquierda a derecha, hasta alcanzar los 100 organismos (Iannacone & Alvareño, 2006). La abundancia en la alícuota (org/ml) se estimó a partir de la siguiente ecuación.

$$A_a = \frac{N_o \times N_p}{N_c} \quad (1)$$

Donde:

A_a = abundancia de organismos en la alícuota

N_o = cantidad de ejemplares encontradas

N_p = número de casillas en la cápsula de Petri

N_c = número de cuadros contados.

La densidad global de organismos en el mar (org/m³) se calculó usando la siguiente ecuación:

$$D = \frac{A_a \times V_m}{V_f} \quad (2)$$

Donde:

D = densidad de organismos (n/m³)

V_m = Volumen de la muestra

V_f = Volumen filtrado con la red.

Para la identificación de organismos se colocó 1 ml de la muestra en un portaobjeto y se observó usando un microscopio estereoscópico, marca Labomed, modelo Luxeo 4D. Para la identificación de las especies, se empleó el libro digital (Worms) (Johnson & Allen, 2012).

La biomasa (en ml/m³) se cuantificó por el método de diferencia volumétrica, siguiendo la metodología de Ramos-Centeno y Napa-España (2018), se filtró el volumen total de la muestra en una malla de 55 µm, la biomasa se calculó restando el volumen del filtrado al volumen inicial de la muestra.

Para la determinación de carbonatos y bicarbonatos se utilizó el método de Baird (Apaza Paco y Espada Silva, 2018) para estimar el nivel de alcalinidad de aguas. Los carbonatos se obtuvieron titulando una muestra de agua de mar con una solución de HCL 0,1 N, usando como indicador fenolftaleína. Seguidamente, los bicarbonatos se estimaron continuando con la titulación, pero usando como indicador verde bromocresol.

Cálculos de carbonatos y bicarbonatos

$$meq/L CO_3 = \frac{2 V_1 \times N \times 1000}{ml \text{ muestra}} \quad (3)$$

$$meq/L HCO_3 = \frac{2 V_2 \times N \times 1000}{ml \text{ muestra}} \quad (4)$$

Dónde:

V_1 = ml de HCL gastados con fenolftaleína

V_2 = ml de HCL gastados con verde bromocresol

N = normalidad de HCL usado.

Se emplearon modelos de efectos fijos, considerando como factores el periodo (Día, noche), meses y fases lunares. Se analizaron las variables de abundancia (gráfica lineal, curva de refracción, gráficas de conglomerados), diversidad (Matriz de correlación de Pearson) y biomasa (Mapa de calor) que se obtuvieron con el programa R studio (Allaire, 2011). Adicionalmente se utilizaron los siguientes packages: RMarkdown (Holmes et al., 2021), BiodiversityR (Kindt, 2024), ggplot2 (Wickham et al., 2024), ggforce (Pedersen & RStudio, 2024), Rnaturalearth (South et al., 2017), Raster (Feng & Koch, 2024), RColorBrewer (Neuwirth, 2022), treemapify (Wilkins, 2017), ggthemes (Arnold, 2024), plyr (Wickham, 2023), GGally (Ogłuszka et al., 2019) y reshape (Wickham, 2005).

3. RESULTADOS

3. 1. Composición de zooplanctónica

El ensamblaje zooplanctónico estuvo dominado por tres *Phylum*: *Arthropoda*, *Annelida*, *Chaetognatha*, con un total de 17 especies identificadas. Los *Arthropoda* representaron la fracción más abundante, constituyendo el 97.15%, seguidos por los *Chaetognatha* (2.46 %) y los *Annelida* que presentaron una contribución marginal (0.39 %). Dentro de los *Arthropoda*, la especie *Calanoides carinatus* exhibió la mayor dominancia relativa (17.55%), seguida de *Calanoides acutus*

(14.66%), mientras que *Evadne nordmanni* registró la menor abundancia (0.37%), indicando una marcada heterogeneidad en la distribución de especies dentro de este grupo (**Tabla 1**).

Phylum	Orden	Taxas		Abundancia	
		Familia	Especie	Absoluta	Relativa
Arthropoda	Calanoida	Calanidae	<i>Calanoides acutus</i> (Giesbrecht, 1902)	2490	14,66%
			<i>Calanoides carinatus</i> (Krøyer, 1849)	2981	17,55%
			<i>Calanus finmarchicus</i> (Gunnerus, 1770)	257	1,51%
		Centropagidae	<i>Centropages abdominalis</i> (Sato, 1913)	2298	13,53%
			<i>Centropages typicus</i> (Krøyer, 1849)	226	1,33%
	Harpacticoida	Ectinosomatidae	<i>Microsetella rosea</i> (Dana, 1847)	303	1,78%
			<i>Euterpina acutifrons</i> (Dana, 1848)	2340	13,78%
	Cyclopoida	Corycaeidae	<i>Corycaeus ovalis</i> (Claus, 1863)	1849	10,89%
			<i>Corycaeus anglicus</i> (Lubbock, 1857)	2376	13,99%
	Decapoda	Penaeidae	<i>Litopenaeus vannamei</i> (Boone, 1931)	528	3,11%
			Porcellanidae	<i>Pachycheles rudis</i> (Stimpson, 1859)	113
	Amphipoda	Hyperiididae		<i>Hyperia macrocephala</i> (Dana, 1853)	212
	Ctenopoda	Sididae	<i>Penilia avirostris</i> (Dana, 1849)	173	1,02%
	Anostraca	Artemiidae	<i>Artemia salina</i> (Linnaeus, 1758)	291	1,71%
			<i>Evadne nordmanni</i> (Lovén, 1836)	63	0,37%
Anychopoda	Podonidae				
Annelida	Phyllozoa	Lopadorrhynchidae	<i>Pelagobia longicirrata</i> (Greeff, 1879)	67	0,39%
Chaetognatha	Aphragmophora	Sagittidae	<i>Sagitta bipunctata</i> (Quoy & Gaimard, 1827)	418	2,46%
Total				16985	100,00%

Tabla 1. Abundancia de grupos taxonómicos, familias y especies del zooplancton presentes en la zona de Jaramijó.

3. 1. 1. Abundancia

3. 1. 2. Abundancia general de especies zooplanctónicas

El análisis de abundancia zooplanctónica reveló una marcada dominancia de *Calanoides carinatus* (2981), seguido de *Calanoides acutus* (2490), *Corycaeus anglicus* (2376), y *Euterpina acutifrons* (2340), lo que sugiere condiciones óptimas para el desarrollo de copépodos Calanoides. Esta distribución heterogénea (rango: 63 a 2981 individuos), evidencia una clara segregación de nicho, donde especies como *Evadne nordmanni* (63), *Pelagobia longicirrata* (67), *Pachycheles rudis* (113) y *Penilia avirostris* (173) presentan densidades marginales (**Fig. 2**).

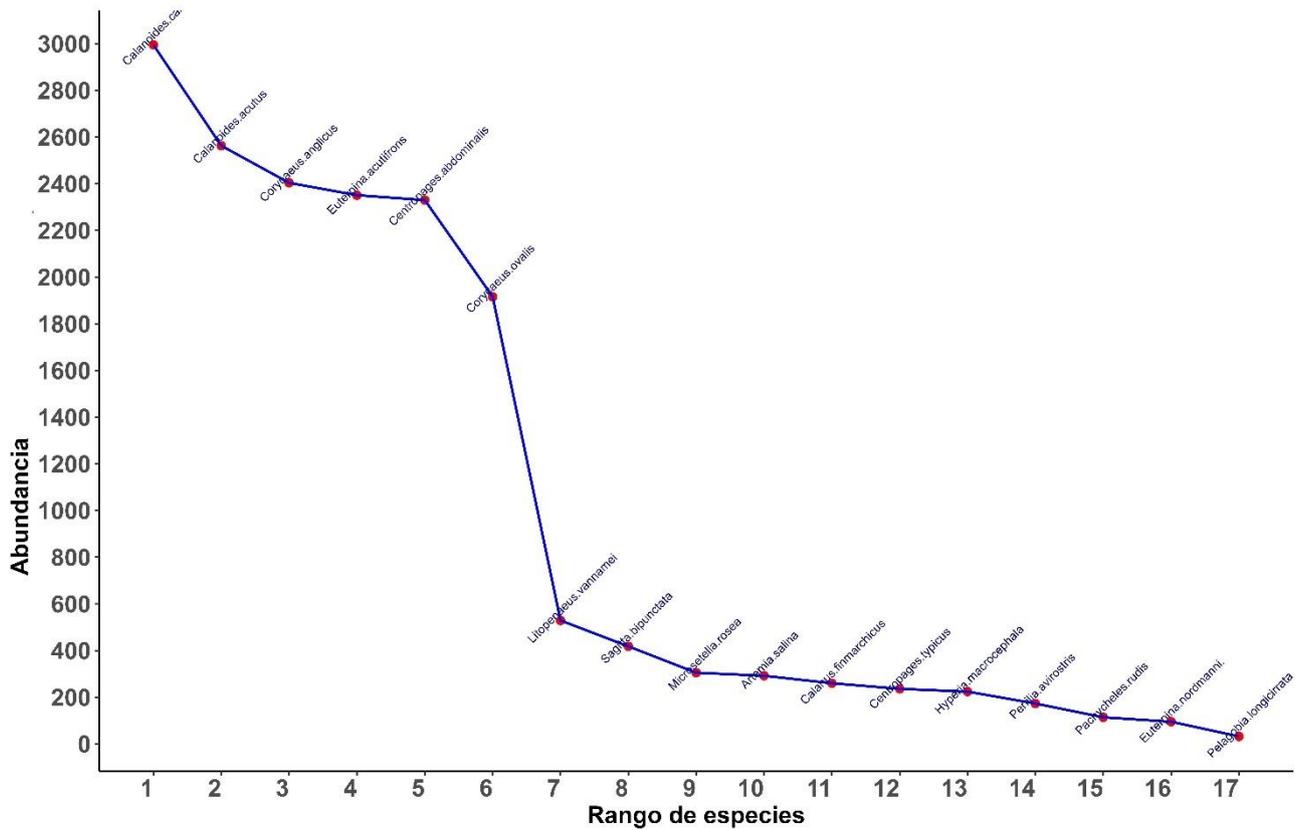


Fig. 2. Análisis de distribución de abundancia-especies en el ensamblaje zooplanctónico: patrones de dominancia

El análisis de las curvas de rarefacción confirmó la adecuación del esfuerzo de muestreo en la mayoría de los 26 muestreos, evidenciado por la estabilización asintótica de las curvas, sin embargo, se detectó una marcada variabilidad de la riqueza específica, con los muestreos 9, 11, 13, 15 registrando la máxima diversidad (17 especies). Mientras que el muestreo 26 mostró una notable disminución (11 especies), estos resultados subrayan la necesidad de ajustar el esfuerzo muestral durante este periodo (**Fig. 3**).

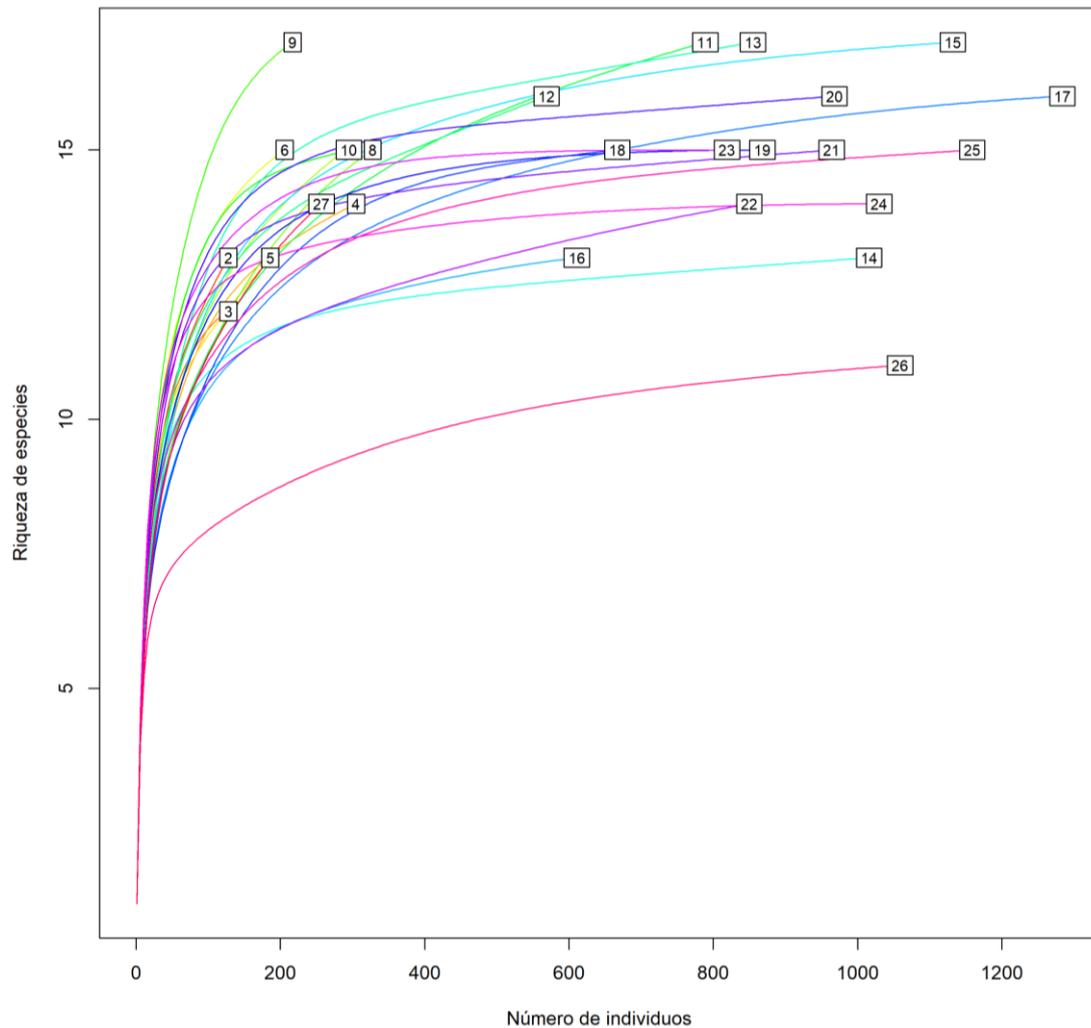


Fig. 3. Curva de rarefacción para la evaluación de completitud del muestreo en la comunidad zooplanctónica

3. 1. 3. Relación de especies zooplanctónicas

El análisis de agrupamiento en el periodo diurno mediante el método Average linkage (índice de silueta de 0.702) (**Fig. 4A**), reveló una estructuración significativa en la comunidad zooplanctónica, identificando tres grupos ecológicamente diferenciados. El primer grupo, asociado a *Sagitta bipunctata* y el grupo de *Artemia salina* (distancia: 0.35), sugiere un nicho trófico compartido, mientras que la marcada disociación de *Evadne nordmanni* y *Pelagobia longicirrata* (distancia: 0.65) refleja una segregación de nicho impulsada por diferencias ecológicas (**Fig. 4B**).

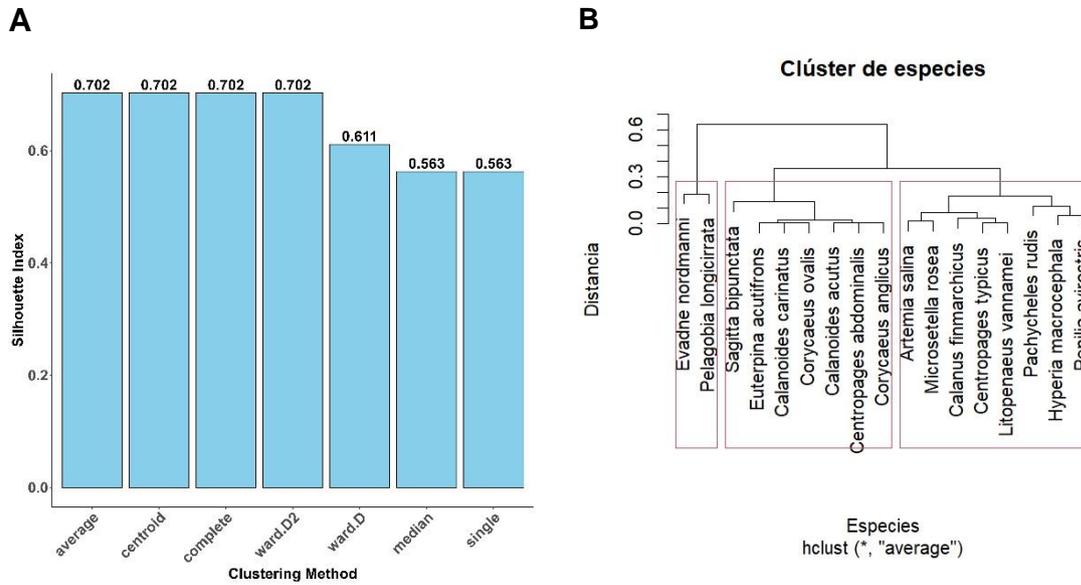


Fig. 4. A Evaluación de métodos de agrupamiento (clustering) de la comunidad zooplanctónica mediante índice de silueta (periodo diurno). **B** Análisis de agrupamiento jerárquico de la comunidad zooplanctónica basado en distancias de Bray-Curtis (periodo diurno).

El análisis de agrupamiento reveló patrones diferenciales en el periodo nocturno, con una estructuración comunitaria más definida (índice de silueta de 0.75) (**Fig. 5A**), identificando tres grupos zooplanctónicos diferenciados. La notable afinidad entre el grupo de *Calanoides carinatus* y *Corycaeus ovalis* (distancia: 400) sugiere una asociación trófica-espacial. En contraste, la marcada segregación del grupo *Litopenaeus vannamei* (distancia: 1000) refleja su nicho diferenciado (**Fig. 5B**).

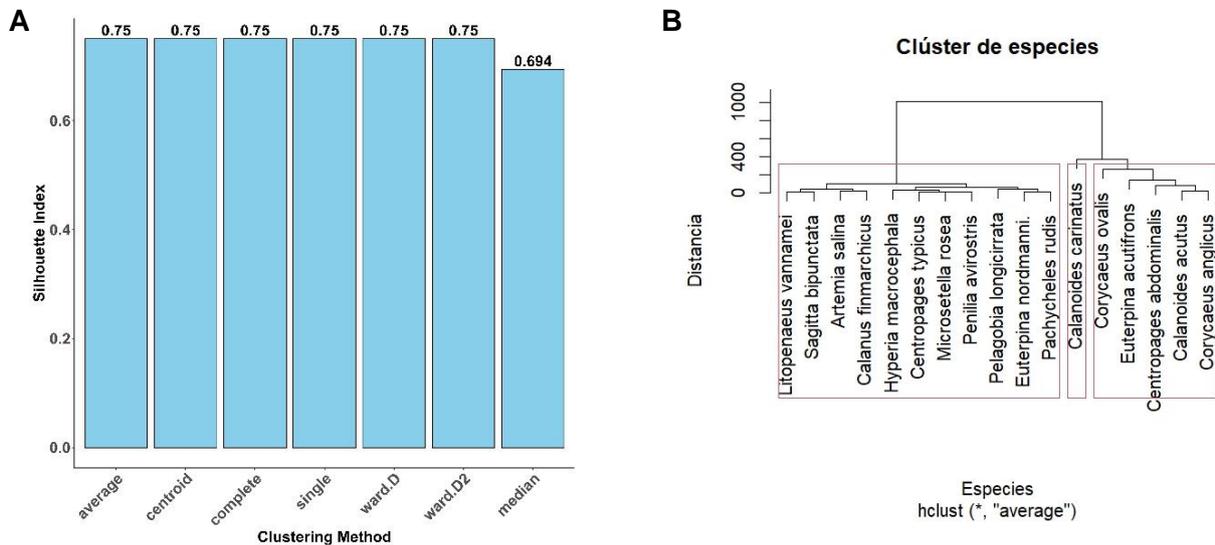


Fig. 5. A Evaluación de métodos de agrupamiento (clustering) de la comunidad zooplanctónica mediante índice de silueta (periodo nocturno). **B** Análisis de agrupamiento jerárquico de la comunidad zooplanctónica basado en distancias de Bray-Curtis (periodo nocturno).

3. 1. 4. Correlación de abundancia de especies

Las redes de correlación identificaron a especies *Corycaeus anglicus*, *Centropages abdominalis*, *Calanoides acutus*, *Euterpina acutifrons* y *Calanoides carinatus* como especies núcleo en la estructura comunitaria zooplanctónicas (**Fig. 6A**), evidenciando fuertes asociaciones positivas ($p \geq 0.8$) entre los copépodos dominantes, indicando posibles interacciones facilitadoras, nichos superpuestos o respuestas sincrónicas a factores ambientales compartidos. En contraste, las correlaciones negativas significativas ($p \leq -0.2$) con *Evadne nordmanni* (**Fig. 6B**), reflejan posibles interacciones competitivas o segregación espacial mediada por preferencias diferenciales en la columna de agua. La estabilidad temporal de estos patrones (consistencia día-noche) indica un ensamblaje estructurado por interacciones bióticas persistentes y un fuerte control en la dinámica comunitaria.

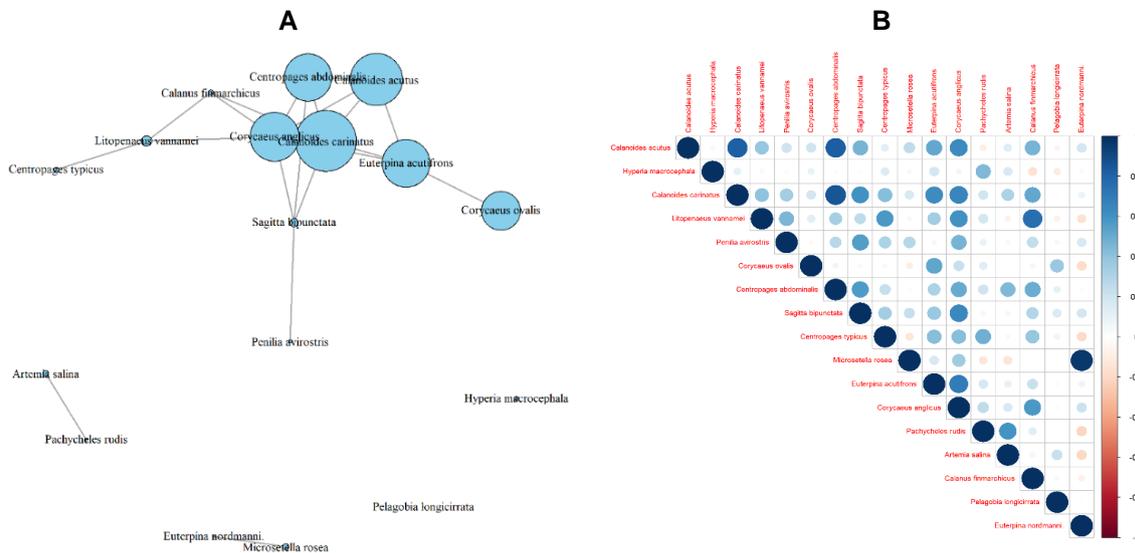


Fig. 6. A Red de interacciones ecológicas en el ensamblaje zooplanctónico basada en concurrencia de especies **B** Matriz de interacciones zooplanctónicas: análisis integral de correlaciones y estructura modular.

Los patrones de distribución revelaron una marcada consistencia poblacional en los Calanidae (excepto *Calanus finmarchicus*), Centropagidae (*Centropages abdominalis*) en los muestreos 15-17, así como, en los Tachidiidae (muestreos 22-26), que mantuvieron densidades elevadas (≥ 280 ind./muestreo) durante ambos periodos diurno y nocturno, demostrando su adaptabilidad a las variaciones ambientales diurnas. En contraste, *Pelagobia longicirrata* y *Evadne nordmanni* presentaron abundancias notablemente bajas (5 ind/muestreo) lo que sugiere una mayor especialización ecológica o sensibilidad a los parámetros ambientales, estos resultados destacan la coexistencia de estrategias ecológicas, donde los taxones dominantes exhiben una amplia plasticidad ecológica (**Fig. 7**).

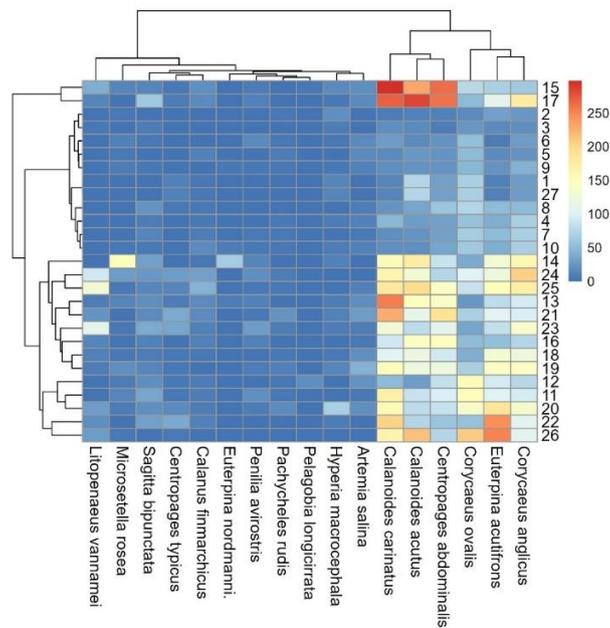


Fig. 7. Mapa de calor que presenta la distribución espacio-temporal de la abundancia relativa de especies zooplanctónicas durante los muestreos (1-26).

3.2. Diversidad de especies

El análisis de diversidad zooplanctónica mediante los índices de Shannon-Wiener (H) y Simpson (D) reveló patrones consistentes, con valores de H oscilando entre 1.85 bits (muestreo 26) y 2.31 bits (muestreo 23), y una media de 1.85 bits (varianza = 0.013 bits), lo que indica una estabilidad en la estructura comunitaria. El índice de Simpson mostró un rango de 0.81 (muestreo 1) a 0.88 bits (muestreo 23), reflejando una alta dominancia (valores cercanos a 1) y una alta equitatividad ($J = 0.98$), lo que sugiere una distribución equilibrada de las abundancias específicas. Estos patrones se mantuvieron sin variaciones significativas entre los periodos diurno y nocturno, indicando que los mecanismos de migración vertical no afectan significativamente la diversidad del ensamblaje zooplanctónico en el área de estudio (**Fig. 8**).

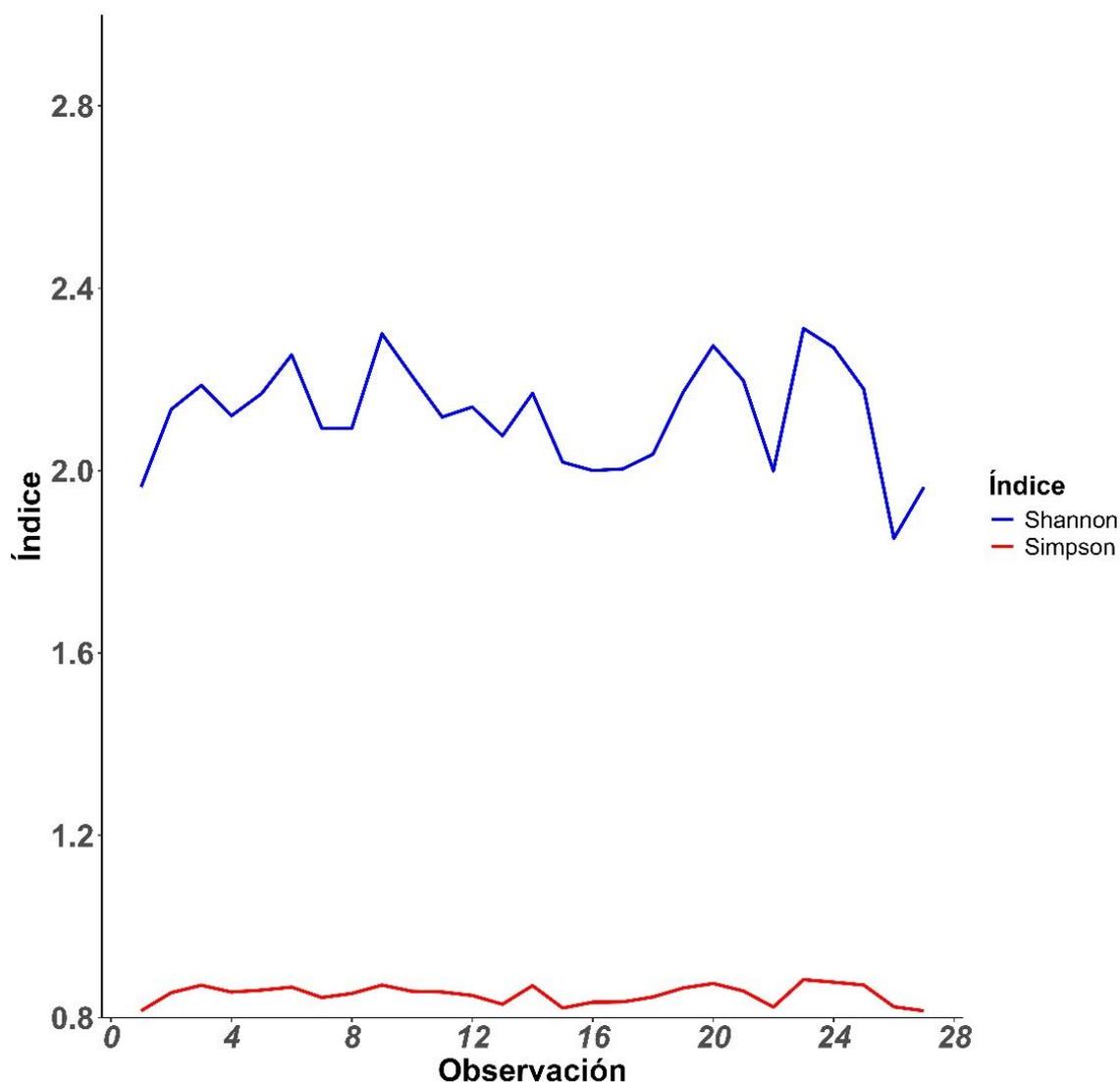


Fig. 8. Variación temporal de los índices de diversidad Shannon (H) y Simpson (D) en el ensamblaje zooplanctónico, mostrando patrones consistentes entre periodos diurnos y nocturnos.

El análisis de diversidad zooplanctónica reveló patrones contrastantes: mientras que la riqueza de especies ($N_0 = 0.282$) indicó una baja diversidad taxonómica, el índice de Shannon ($H = 1$) y los números de Hill ($N_1 = 1$, $N_{1b2} = 0.924$, $N_2 = 0.84$) sugirieron una alta diversidad organizacional. La ausencia de correlación entre riqueza y Shannon ($r = 0.28$) evidencia que estos parámetros responden a dinámicas ecológicas distintas, mientras que la fuerte correlación positiva entre equidad ($J = 0.739$) e índices de diversidad (H , H_b), junto con los valores de equidad E_{10} y E_{20} ($r = 0.965$), confirman una distribución uniforme de las abundancias específicas en el ensamblaje zooplanctónico (**Fig. 9**).

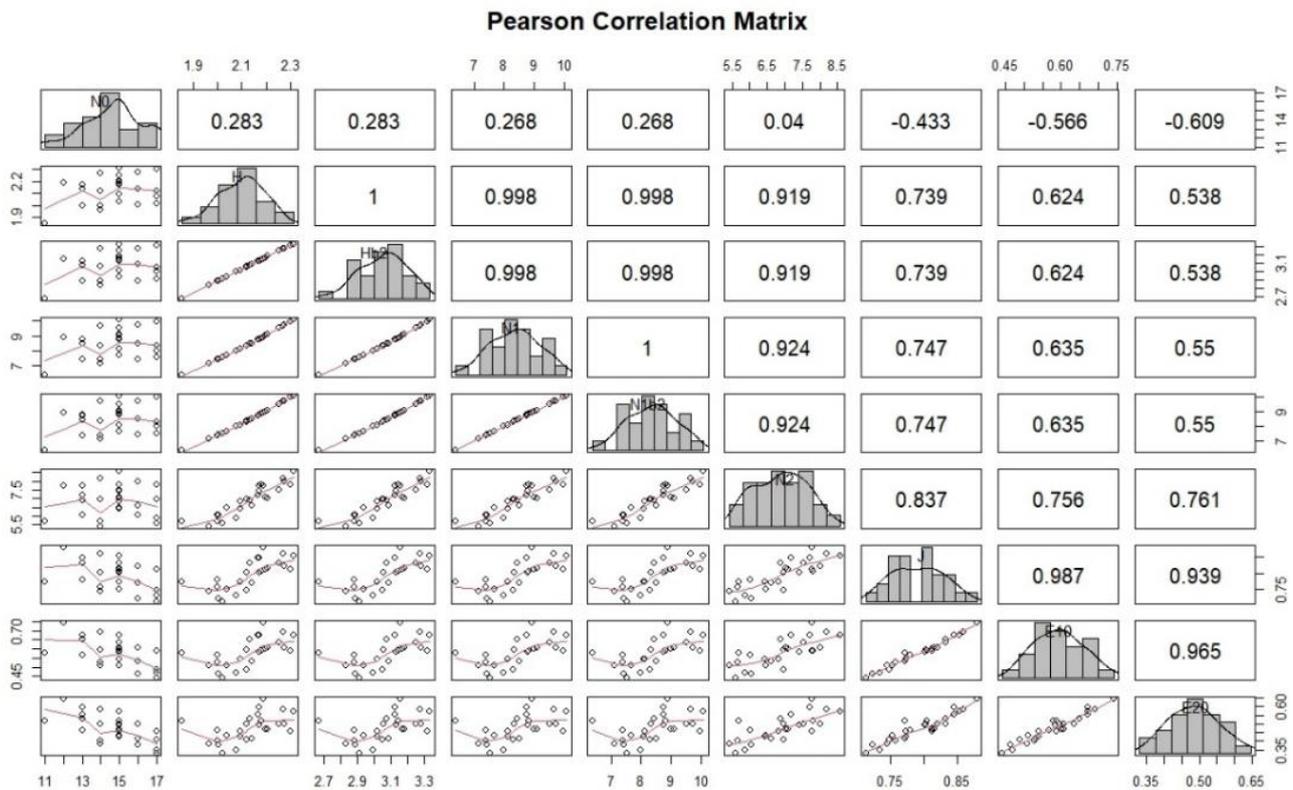


Fig. 9. Dinámica de diversidad zooplanctónica: contrastes entre riqueza, diversidad, equitatividad, números de Hill y correlaciones que evidencian una estructura comunitaria equilibrada.

3.3. Biomasa de especies

Los patrones de biomasa zooplanctónica no mostraron variaciones significativas durante el periodo de estudio, siguiendo una tendencia similar a los datos de abundancia. La distribución de la abundancia (org/m^3) no cumplió con los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk, $p < 0.05$) ni homocedasticidad (prueba de Levene, $p < 0.05$) entre los periodos diurno y nocturno, lo que justificó el uso de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Los resultados indicaron que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de abundancia diurna y nocturna ($p = 0.0725$). La biomasa presentó su valor máximo en octubre 2024 ($15 \text{ org}/\text{m}^3$), mientras que el mínimo se registró en julio 2024 ($4 \text{ org}/\text{m}^3$) (**Fig. 10**).

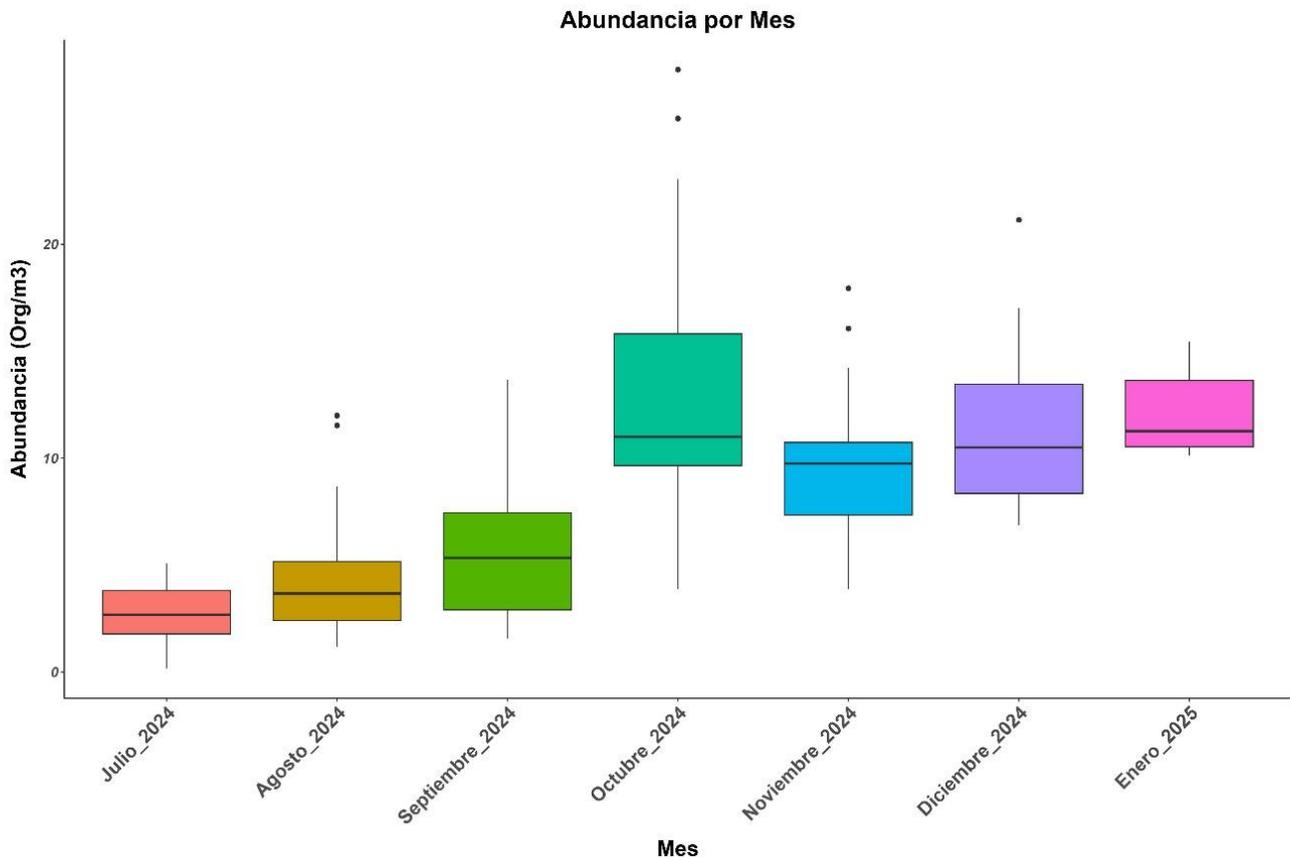


Fig. 10. Variación mensual de biomasa zooplanctónica (org/m³) entre julio 2024 y enero 2025, mediante la prueba de Wilcoxon.

Los patrones de abundancia zooplanctónica muestran una clara estratificación térmica, donde especies como *Euterpina acutifrons*, *Corycaeus* spp. y *Calanoides* spp. alcanzan máximos poblacionales (≥ 5.08 org/m³) entre 25-29°C, reflejando adaptaciones metabólicas a condiciones mesotérmicas, mientras que *Evadne nordmanni* y *Pelagobia longicirrata* presentan drásticas reducciones (< 2 org/m³) a 26-28°C, sugiriendo limitaciones en su plasticidad térmica. Especialmente notables son los nichos estrechos de *Sagitta bipunctata* y *Penilia avirostris* (25-26°C), indicativos de especialización termorreguladora (**Fig. 11**). Estos contrastes evidencian mecanismos de partición de nicho mediados por gradientes térmicos, con implicaciones para la estructuración de comunidades en escenarios de calentamiento global.

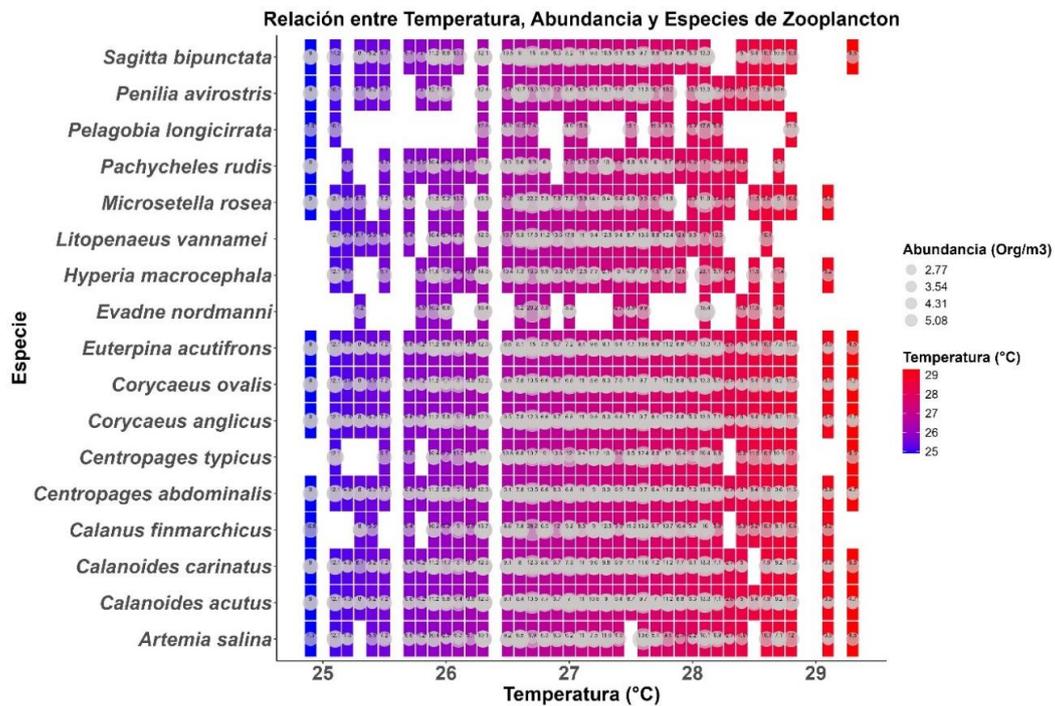


Fig. 11. Distribución de abundancia zooplanctónica (org/m³) en función de la temperatura (°C).

Los patrones de abundancia observados sugieren que las especies de zooplancton estudiadas presentan características euritérmicas, evidenciando una notable plasticidad fisiológica que les permite desarrollarse en un amplio rango térmico (26.4–27.4°C). Durante el periodo de muestreo en julio 2024, se registró un pulso térmico bajo, asociado a una abundancia promedio reducida (5 org/m³), posiblemente vinculado a limitaciones en la disponibilidad de recursos o a factores de estrés abiótico secundarios. En contraste, en octubre 2024, bajo condiciones térmicas similares (rango: 26.5–27.3°C), se observó un pico de abundancia significativo (20–25 org/m³) (Fig. 12).

Además, el análisis de la relación entre la abundancia zooplanctónica y las fases lunares reveló un patrón significativo, donde las fases de Luna Nueva y Cuarto Menguante presentaron las mayores densidades de especies (20–25 org/m³). Entre los taxones dominantes durante estos periodos destacaron *Microsetella rosea*, *Litopenaeus vannamei*, *Hyperia macrocephala* y *Evadne nordmanni*, cuyas poblaciones alcanzaron valores máximos (~25 org/m³), sugiriendo una posible sincronización de ciclos reproductivos o comportamientos migratorios verticales asociados a la menor intensidad lumínica. Por el contrario, las fases de Cuarto Creciente y Luna Llena mostraron una abundancia significativamente menor (5–15 org/m³) (Fig. 13).

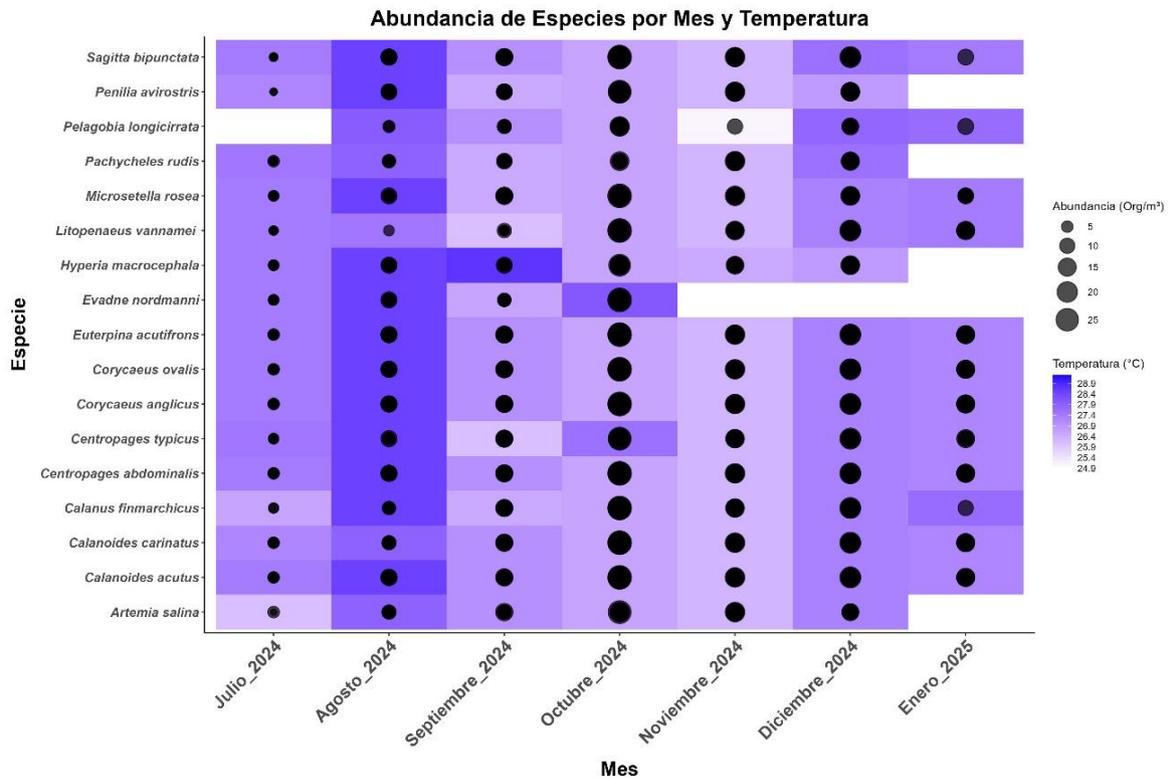


Fig. 12. Variación mensual (julio 2024 - enero 2025) en la abundancia zooplanctónica (org/m³) y TSM (°C).

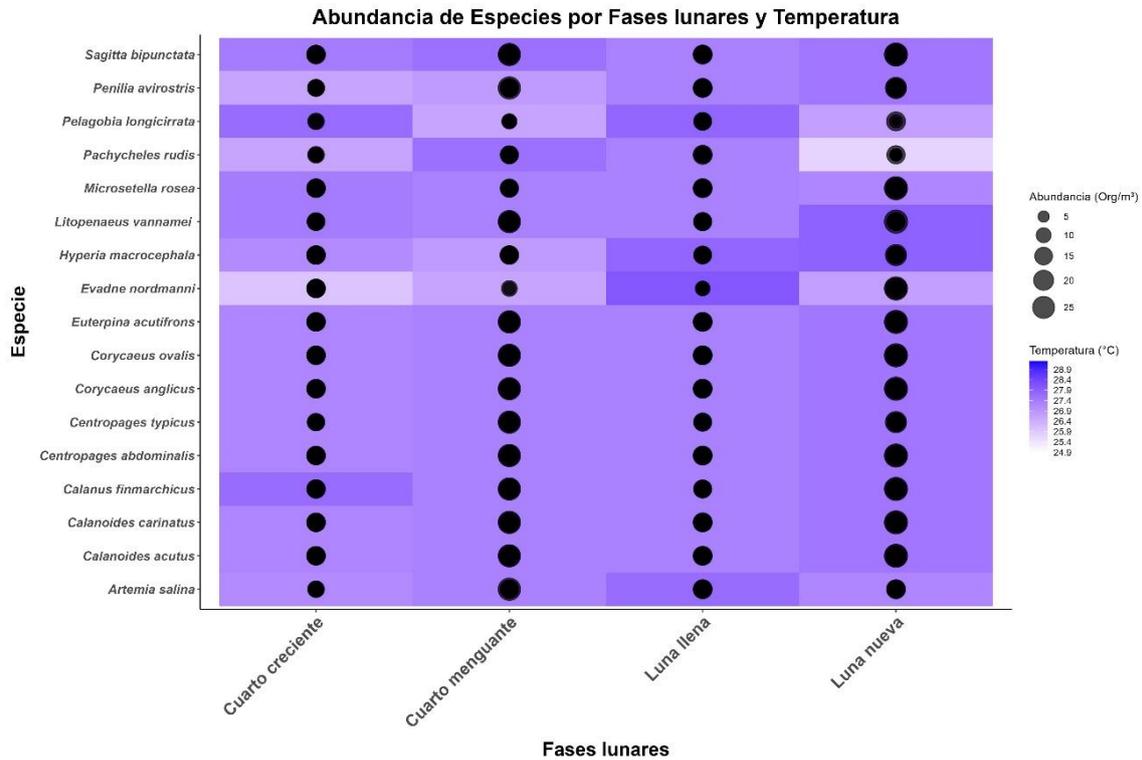


Fig. 13. Variación en la abundancia zooplanctónica (org/m³) en relación con las fases lunares y temperatura.

3.4. Correlación en la abundancia de zooplancton y parámetros fisicoquímicos

Para evaluar el efecto de variables fisicoquímicas sobre la abundancia de zooplancton, se aplicó inicialmente un modelo lineal generalizado (GLM) con distribución de Poisson, el cual evidenció sobre dispersión ($\phi > 1$), por lo que se optó por un modelo Gamma para corregir sesgos en la varianza. Los análisis revelaron que la temperatura ($p = 2.7 \times 10^{-4}$), el pH ($p = 1.22 \times 10^{-5}$) y los carbonatos totales ($p = 3.59 \times 10^{-10}$) mostraron una relación inversa significativa con la abundancia zooplanctónica, sugiriendo que incrementos en estos parámetros podrían limitar las poblaciones mediante estrés metabólico (termorregulación), alteraciones en la disponibilidad de CO_2 y cambios en la alcalinidad, indicando la sensibilidad del zooplancton a gradientes ambientales, con implicaciones en su dinámica bajo escenarios de cambio global.

4. DISCUSIÓN.

Durante el periodo de estudio (julio 2024–enero 2025), las condiciones en las costas de Jaramijó se mantuvieron estables (25°C – 29°C), este patrón fue consistente con las condiciones reportadas por Errazuriz-Carrillo y Zambrano-Baque, (2024) para San Mateo, donde las temperaturas oscilaron entre 25°C y 30°C . Según el informe técnico del INOCAR (2024), esta estabilidad térmica se ve reflejada por residuales térmicos del evento El Niño 2023–2024 en fase de decaimiento, que persistieron hasta el primer trimestre de 2025 con anomalías de $+0.8$ a $+1.2^\circ\text{C}$ sobre los valores históricos. Estos hallazgos se ajustan con los mecanismos de retención de calor descritos por Timmermann et al. (2018) para eventos ENOS en el Pacífico ecuatorial oriental.

Parámetros como temperatura, pH y carbonatos totales afectaron significativamente (modelo Gamma; $t = \leq 0.5$) la abundancia zooplanctónica. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Morales-Ramírez et al. (2021), quienes asociaron estos cambios con variaciones en la temperatura y pH, así mismo, los resultados de Giraldo et al. (2014), destacaron la influencia de factores como la temperatura en la estructura de la comunidad. Sin embargo, contrastan con Hernández-Trujillo (2010), los cuales no encontraron correlaciones claras entre abundancia zooplanctónica y variables físicas en Bahía Magdalena-México, sugiriendo un mayor peso de factores biológicos o hidrodinámicos. No obstante, Gómez-Márquez et al. (2013) propusieron que la dinámica del zooplancton en sistemas hídricos depende más del fitoplancton que de variables abióticas.

La notable dominancia de Arthropoda (97.15%), especialmente los copépodos *Calanoides carinatus* (17.55%) y *Calanoides acutus*, (14.66%) refleja una estructura comunitaria similar a la registrada en

ecosistema neríticos tropicales como la cuenca de Cariaco (Márquez et al., 2009) y Bahía Culebra (Rodríguez-Sáenz & Morales-Ramírez, 2012), donde estos organismos son indicativos de condiciones estables. Sin embargo, esta predominancia contrasta con la observada en sistemas con alta diversidad y sin una clara dominancia, como en el Golfo de México (Hernández-Trujillo, 2010), la ausencia de una dominancia tan marcada sugiere que las condiciones ambientales y la estructura trófica favorecen una distribución más equitativa, posiblemente influenciada por factores oceanográficos locales que permiten coexistencia y diversidad.

Por otro lado, se observaron discrepancias en la composición específica, en Jaramijó *Calanoides carinatus* alcanzó la mayor abundancia (2981 org.), a diferencia de lo reportado por Errazuriz Carrillo y Zambrano Baque, (2024) quienes identificaron a *Corycaeus ovalis* (1552 org) como la especie predominante en San Mateo-Ecuador. La variabilidad en la composición de fitoplancton entre ambas zonas podría favorecer selectivamente a una u otra especie de copépodos, dada su especialidad trófica (Checkley et al., 2017).

Los hallazgos confirman que *Euterpina acutifrons* presenta característica euritérmica, evidenciado por su mayor abundancia en un rango térmico de 25°C a 27°C durante el periodo de estudio en Jaramijó (julio 2024–enero 2025), esto concuerda con los hallazgos de Rey Girón, (2023), quienes determinaron un óptimo térmico para esta especie en 27,59 °C. La adaptación de *Euterpina acutifrons* puede atribuirse a mecanismos fisiológicos comunes en copépodos neríticos, como la plasticidad enzimática y la estabilidad de membranas celulares antes fluctuaciones térmicas estables (Roman, 2000; Brun et al., 2016).

El análisis de agrupación mediante el método *Average linkage* (índice de silueta: 0.702), mostraron tres ensamblajes zooplanctónicos claramente diferenciados. Entre ellos, el grupo de *Sagitta bipunctata* y el grupo *Artemia salina* (distancia: 0.35), con posible nicho trófico compartido, mientras que, el grupo de *Evadne nordmanni* y *Pelagobia longicirrata* exhibieron segregación ecológica (distancia: 0.65). Estos resultados presentan coincidencias parciales con lo reportado por Errazuriz Carrillo y Zambrano Baque, (2024) en la zona costera de San Mateo-Ecuador, distinguiendo tres agrupaciones zooplanctónicas, resaltando asociaciones de los grupos *Calanoides acutus* y *Corycaeus ovalis* (distancia: 100), No obstante, *Evadne nordmanni* (distancia de 300) mostró una ausencia de interacción, este patrón coincide con Beaugrand et al. (2010) en sistemas costeros, donde agrupaciones con distancias reducidas (≤ 0.5) reflejan una respuesta conjunta a gradientes ecológicos (disponibilidad de alimento o parámetros fisicoquímicos).

Los Índices Shannon-Wiener y Simpson exhiben una comunidad de zooplancton estable, con poca dominancia ($D = 0.81$ bits) y una distribución equitativa ($J = 0.98$ bits). Esto concuerda con Morales-Ramírez et al. (2021), quienes documentaron una estabilidad estacional en la diversidad (pequeñas fluctuaciones) y equitatividad (una alta equidad) zooplanctónica, a pesar de las variaciones en la riqueza. De manera similar, Giraldo et al. (2014), observaron una equidad constante en el zooplancton en la isla Gorgona. Sin embargo, contrasta con lo reportado por De la Lanza-Espino et al. (2000) quienes registraron una alta variabilidad estacional en los índices de diversidad del zooplancton, con fluctuaciones en los valores de Shannon (1.5 a 3.2 bits) y Simpson (0.6 a 0.9 bits) a lo largo del año. Esta discrepancia podría explicarse a diferencias en la intensidad de los forzamientos ambientales entre sistemas, dado que sistemas expuestos a mayores variaciones climáticas suelen exhibir respuestas dinámicas más pronunciadas (Beaugrand et al., 2002).

La red de correlación identificó a *Corycaeus anglicus*, *Centropages abdominalis*, *Calanoides acutus*, *Euterpina acutifrons* y *Calanoides carinatus* como especies núcleo, caracterizadas por asociaciones positivas fuertes ($p \geq 0.8$). Esto coincide con los resultados en sistemas costeros tropicales, donde copépodos Calanoides y Cyclopoides (*Corycaeus* spp) tienden a formar núcleos funcionales debido a su función clave en las redes tróficas (Uye, 1994; Turner, 2004), evidenciando un rol estructural clave en el ensamblaje planctónico, posiblemente mediando flujos de energía y facilitando la estabilidad de los sistemas tróficos (Bascompte y Stouffer, 2009; Dormann et al., 2009).

La biomasa zooplanctónica evidenció un pico máximo en octubre 2024 (15 org/m^3) y un mínimo en julio (4 org/m^3), sin diferencias significativas entre periodos diurnos ($p > 0.05$), estos resultados concuerdan estudios en ecosistema costero del Pacífico Tropical. Quijije-López et al. (2020) en Cojimíes y Errazuriz-Carrillo y Zambrano-Baque. (2024) en San Mateo, reportaron similar estacionalidad y ausencia de diferencias diurnas y picos asociados a la abundancia. De igual forma, Giraldo et al. (2014), describieron incrementos de biomasa ($18.7 \text{ mg C/m}^3 \approx 75 \text{ org/m}^3$) en octubre en Isla Gorgona-Colombia durante la época seca. A diferencia de Escribano e Hidalgo (2000) indicando que la biomasa en el norte de Chile está fuertemente influenciada por eventos climáticos como el fenómeno El Niño, generando fluctuaciones abruptas sin patrón mensual regular. La ausencia de tales eventos, pueden indicar que la variabilidad de biomasa podría estar controlada por factores locales o regionales menos extremos.

En el Puerto de Jaramijó se evidenció una mayor densidad de organismos durante las fases de Luna Nueva y Cuarto Menguante, con picos de $20\text{--}25 \text{ org/m}^3$, especialmente en especies como

Microsetella rosea, *Hyperia macrocephala* y *Euterpina acutifrons*, Por otro lado Ramos-Centeno y Napa-España (2020) en la zona de Cojimíes, donde no se identificaron diferencias significativas en la abundancia del zooplancton según las fases lunares, este patrón sugiere que las fases de menor luminosidad podrían favorecer eventos de reproducción o migración vertical.

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos evidencian que la comunidad zooplanctónica en la zona de Jaramijó está fuertemente dominada por el Phylum Arthropoda, especialmente por especies de copépodos como *Calanoides carinatus* y *Calanoides acutus*, mostrando una clara segregación y diferenciación ecológica entre especies y grupos durante los periodos diurno y nocturno. La diversidad del ensamblaje se mantiene estable en el tiempo, con alta equidad y baja dominancia, aunque con una riqueza específica relativamente baja, lo que indica una estructura comunitaria equilibrada pero poco diversa.

Los patrones de abundancia y biomasa reflejan una adaptación euritérmica de muchas especies a rangos térmicos mesotérmicos, aunque algunas presentan nichos térmicos estrechos, sugiriendo sensibilidad a variaciones ambientales. Asimismo, se identificaron influencias significativas de las fases lunares en la abundancia, con mayores densidades durante Luna Nueva y Cuarto Menguante, posiblemente vinculadas a comportamientos reproductivos o migratorios. Finalmente, el análisis de correlación con parámetros fisicoquímicos revela que aumentos en temperatura, pH y carbonatos totales afectan negativamente la abundancia zooplanctónica, subrayando la vulnerabilidad del zooplancton a cambios ambientales y la importancia de estos factores en la dinámica comunitaria, especialmente bajo escenarios de cambio climático global.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente al Sr. Eduardo Benabides por su invaluable apoyo durante el trabajo de campo, sin el cual no hubiera sido posible realizar las salidas de muestreo. También extendemos nuestro reconocimiento a César Bailón y Milena Macías por su contribución en las campañas de muestreo previas y, que sentaron las bases para este estudio. Asimismo, nuestro agradecimiento a la institución y colegas que brindaron su apoyo logístico y académico para la realización de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Allaire, J. J. (2011). RStudio: Integrated Development Environment for R.
- Apaza Paco, J. P. ((2018)). Comparación de tres métodos de recuento de *Staphylococcus aureus* en queso fresco de expendio en los mercados populares de la ciudad de La Paz-Bolivia. *Revista CON-CIENCIA*, 6(2), 27-34.
- Apaza Paco, J. P., & Espada Silva, A. M. (2018). Comparación de tres métodos de recuento de *Staphylococcus aureus* en queso fresco de expendio en los mercados populares de la ciudad de La Paz-Bolivia. *Revista CON-CIENCIA*, 6(2), 27-34.
- Arnold, J. (2024). ggthemes: Extra Themes, Scales and Geoms for “ggplot2”. <https://jrnold.r-universe.dev/ggthemes>
- Bascompte, J., & Stouffer, D. B. (2009). The assembly and disassembly of ecological networks. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1524), 1781–1787. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0226>
- Beaugrand, G., Reid, P. C., Ibañez, F., Lindley, J. A., & Edwards, M. (2002). Reorganization of North Atlantic Marine Copepod Biodiversity and Climate. *Science*, 296(5573), 1692-1694. <https://doi.org/10.1126/science.1071329>
- Brun, P., Payne, M. R., & Kiørboe, T. (2017). A trait database for marine copepods. *Earth System Science Data*, 9(1), 99–113. <https://doi.org/10.5194/essd-9-99-2017>
- Bucheli, R., & Cajas, J. (2022). Distribución espacial de diversidad y abundancia de copépodos planctónicos en el Pacífico ecuatoriano durante octubre del 2017. *Revista Acta Oceanográfica Del Pacífico*, 4(1). <https://doi.org/10.54140/raop.v4i1.49>
- Cevallos Palma, N. K. (2024). Evolución del sector exportador de harina de pescado del cantón Jaramijó. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/5656>
- Checkley, D. M., Asch, R. G., & Rykaczewski, R. R. (2017). Climate, Anchovy, and Sardine. *Annual Review of Marine Science*, 9, 469-493. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-122414-033819>

- De la Lanza-Espino, G., Hernández-Pulido, S., & Carbajal-Pérez, J. L. (2000). Variabilidad estacional de la diversidad del zooplancton en lagunas costeras del Pacífico mexicano. *Hidrobiológica*, 10(2), 191-202.
- Dormann, C., Frund, J., Bluthgen, N., & Gruber, B. (2009). Indices, Graphs and Null Models: Analyzing Bipartite Ecological Networks. *Open Journal of Ecology*, 2, 7–24. <https://doi.org/10.2174/1874213000902010007>
- Errazuriz Carrillo, M. J., & Zambrano Baque, J. M. (2024). Biomasa, diversidad y abundancia del zooplancton en la zona de San Mateo-Manabí durante los meses de Julio de 2023 a febrero de 2024. (Artículo Académico). Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/6950>
- Escribano R & P Hidalgo. 2000. Spatial distribution of copepods in the north of the Humboldt Current region off Chile during coastal upwelling. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 80: 283-290.
- Feng, X., & Koch, J. (2024). Combining vector and raster data in regionalization: A unified framework for delineating spatial unit boundaries for socio-environmental systems analyses. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 128, 103745. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2024.103745>
- Franco, M. del R., Gonzalez, M. F., Kronberg, M. F., Diez, A., Gómez, C., & Machado da Silva Acioly, T. (2024). Estrés oxidativo y respuesta antioxidante en zooplancton expuesto a plaguicidas. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/235421>
- Giesecke, R., & González, H. E. (2004). Feeding of *Sagitta enflata* and vertical distribution of chaetognaths in relation to low oxygen concentrations. *Journal of Plankton Research*, 26(4), 475–486. <https://doi.org/10.1093/plankt/fbh039>
- Giraldo, A., Valencia, B., Acevedo, J. D., & Rivera, M. (2014). Fitoplancton y zooplancton en el área marina protegida de Isla Gorgona, Colombia, y su relación con variables oceanográficas en estaciones lluviosa y seca. *Revista de Biología Tropical*, 62, 117–132. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S003477442014000500008&lng=en&nrm=iso&tlng=es

- Gómez-Márquez, J. L., Peña-Mendoza, B., Guzmán-Santiago, J. L., & Gallardo-Pineda, V. (2013). Composición, abundancia del zooplancton y calidad de agua en un microreservorio en el estado de Morelos. *Hidrobiológica*, 23(2), 227-240.
- Hernández-Trujillo, S., Esqueda-Escárcega, G., & Palomares-García, R. (2010). Variabilidad de la abundancia de zooplancton en Bahía Magdalena Baja California Sur, México (1997-2001). *Latin american journal of aquatic research*, 38(3), 438-446.
- Holmes, D. T., Mobini, M., & McCudden, C. R. (2021). Reproducible manuscript preparation with RMarkdown application to JMSACL and other Elsevier Journals. *Journal of Mass Spectrometry and Advances in the Clinical Lab*, 22, 8–16. <https://doi.org/10.1016/j.jmsacl.2021.09.002>
- Iannacone, J., & Alvarino, L. (2006). Diversidad del zooplancton en la Reserva Nacional de Junín, Perú. *Ecología Aplicada*, 5(1-2), 175-181.
- INOCAR, S. (2024, octubre 4). Boletín informativo ERFEN - 4 de octubre de 2024. <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/boletines/erfen/boletines-de-prensa/2137-boletin-informativo-erfen-4-de-octubre-de-2024>
- Johnson, W. S. & Allen, D. M. (2012). *Zooplankton of the Atlantic and Gulf Coasts. A Guide to Their Identification and Ecology*. 2nd Ed. Johns Hopking Univ Press.
- Kindt, R. (2024). BiodiversityR: Package for Community Ecology and Suitability Analysis. Version 2.16-1.
- Márquez, Brightdoom, Díaz-Ramos, José, Troccoli, Luis, Marín, Baumar, & Varela, Ramón. (2009). Densidad, biomasa y composición del zooplancton, en el estrato superficial de la cuenca de Cariaco, Venezuela. *Revista de biología marina y oceanografía*, 44(3), 737-749. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572009000300019>
- Márquez, B., Troccoli, L., & Díaz Ramos, J. R. (2021). Bloom algal y abundancia de copépodos en el golfo de Cariaco, Venezuela (Caribe Suroriental). *Intropica: Revista del Instituto de Investigaciones Tropicales*, 16(2), 133–152. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8464161>
- Morales-Ramírez, Á., Till-Pons, I., Alfaro, E.-J., Corrales-Ugalde, M., & Sheridan-Rodríguez, C. (2021). Respuestas del mesozooplancton a condiciones oceanográficas en diferentes

escalas en Bahía Salinas, Pacífico Norte de Costa Rica, durante 2011-2013. *Revista de Biología Tropical*, 69, 142–159. <https://doi.org/10.15517/rbt.v69is2.48741>

Neuwirth, E. (2022). RColorBrewer: ColorBrewer Palettes (Versión 1.1-3) [Software]. <https://cran.r-project.org/web/packages/RColorBrewer/index.html>

Ogłuszka, M., Orzechowska, M., Jędraszka, D., Witas, P., & Bednarek, A. K. (2019). Evaluate Cutpoints: Adaptable continuous data distribution system for determining survival in Kaplan-Meier estimator. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 177, 133–139. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2019.05.023>

Pedersen, T. L., & RStudio. (2025). ggforce: Accelerating “ggplot2” (Versión 0.5.0) [Software]. <https://cran.r-project.org/web/packages/ggforce/index.html>

Posligua Suárez, E. O. (2023). Distribución Nictemeral del zooplancton en la zona costera Isla De La Plata, Puerto López–Ecuador (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2023.).

Posligua Suárez, E. O., & Andrade Ruíz, E. C. (2023). Distribución Nictemeral del zooplancton en la zona costera Isla De La Plata, Puerto López – Ecuador. <https://agris.fao.org/search/en/providers/125005/records/674897627625988a371e2755>

Quijije López, L. J., Alió Mingo, J. J., Napa España, J. P., & Del Valle Olivo, D. (2020). Abundancia, composición y diversidad del zooplancton en la zona de Cojimíes – Manabí, durante los meses de mayo a octubre del 2018. *Dominio de las Ciencias*, 6(Extra3), 24. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8231628>

Ramos-Centeno, J., & Napa-España, J. (2020). Abundancia, composición y diversidad del zooplancton en la zona de Cojimíes - Manabí, durante los meses de mayo - octubre del 2018: Artículo de investigación. *Revista de Ciencias del Mar y Acuicultura YAKU*. ISSN: 2600-5824., 3(5), Article 5. <https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/yaku/article/view/7>

Rey Girón, M. A., & Salavarría Palma, E. (2023). Composición, distribución espacial, diversidad y abundancia del zooplancton en la bahía de La Libertad durante abril-junio del 2023 La Libertad. UPSE, Matriz. Facultad de Ciencias del Mar. 122p.

- Rodríguez-Sáenz, K., & Morales-Ramírez, A. (2012). Composición y distribución del mesozooplankton en una zona de afloramiento costero (Bahía Culebra, Costa Rica) durante La Niña 1999 y el 2000. *Revista de Biología Tropical*, 60, 143-157.
- Roman, M. R. (2000). The Biology of Calanoid Copepods. J. Mauchline. *The Quarterly Review of Biology*, 75(2), 198–198. <https://doi.org/10.1086/393440>
- Roman, M. R., & Gauzens, A. L. (1997). Copepod grazing in the equatorial Pacific. *Limnology and Oceanography*, 42(4), 623-634. <https://doi.org/10.4319/lo.1997.42.4.0623>
- South, A., Michael, S., & Massicotte, P. (2017). *rnatuarearthdata*: World Vector Map Data from Natural Earth Used in “rnatuarearth” [Dataset]. The R Foundation. <https://doi.org/10.32614/cran.package.rnatuarearthdata>
- Timmermann, A., An, S.-I., Kug, J.-S., Jin, F.-F., Cai, W., Capotondi, A., Cobb, K. M., Lengaigne, M., McPhaden, M. J., Stuecker, M. F., Stein, K., Wittenberg, A. T., Yun, K.-S., Bayr, T., Chen, H.-C., Chikamoto, Y., Dewitte, B., Dommenges, D., Grothe, P., ... Zhang, X. (2018). El Niño–Southern Oscillation complexity. *Nature*, 559(7715), 535–545. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0252-6>
- Turner, J. T. (2004). *The Importance of Small Planktonic Copepods and Their Roles in Pelagic Marine Food Webs*. Zoological Studies.
- Uye, S. (1994). Replacement of large copepods by small ones with eutrophication of embayments: Cause and consequence. *Hydrobiologia*, 292(1), 513–519. <https://doi.org/10.1007/BF00229979>
- Vargas, R. F., Rodríguez, N.-R. N., & Rodríguez, M. G. G. (2021). Variación espacio temporal de los grupos del zooplankton de una laguna hipersalina Xola-Paramán, Jalisco. *Acta Pesquera*, 7, 17–30. <https://revistas.cimateuan.education/openjs/index.php/aprevista/article/view/37>
- Wickham, H. (2005). *reshape*: Flexibly Reshape Data [Dataset]. The R Foundation. <https://doi.org/10.32614/cran.package.reshape>
- Wickham, H. (2023, octubre 2). CRAN: Package plyr. <https://cran.r-project.org/web/packages/plyr/index.html>

- Wickham, H., Chang, W., Henry, L., Pedersen, T. L., Takahashi, K., Wilke, C., Woo, K., Yutani, H., Dunnington, D., Brand, T. van den, Posit, & PBC. (2025). ggplot2: Create Elegant Data Visualisations Using the Grammar of Graphics (Versión 3.5.2) [Software]. <https://cran.r-project.org/web/packages/ggplot2/index.html>
- Wilkins, D. (2017). treemapify: Draw Treemaps in “ggplot2” [Dataset]. The R Foundation. <https://doi.org/10.32614/cran.package.treemapify>
- Yáñez, S., Hidalgo, P., Ruz, P., & Tang, K. W. (2018). Copepod secondary production in the sea: Errors due to uneven molting and growth patterns and incidence of carcasses. *Progress in Oceanography*, 165, 257–267. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2018.06.008>
- Zurita Maldonado, G. S., & Vásquez Campuzano, M. B. (2018). Políticas de Responsabilidad Social Empresarial en el sector de la pesca artesanal en Jaramijó (Ecuador). *Revista Latina de Sociología*, 8(1), 13–25. <https://doi.org/10.17979/relaso.2018.8.1.3295>