



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 de Jaramijó-Manabí
durante los meses de enero a junio de 2024

Autor (es)

Macías Cedeño Milena Anahí

Bailón Espinal Cesar Andrés

Periodo 2025– 1

Tutor: Biol. Luber Javier Quijije López, Mg.

Declaración de Autoría

En el presente documento, nosotros, **Macías Cedeño Milena Anahí y Bailón Espinal César Andrés**, 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 zooplankton en la zona de Jaramijó-Manabí durante los meses de enero a junio de 2024.**

Hemos revisado y aprobado la versión final del manuscrito, autorizando su presentación para publicación. Así mismo, 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.

Firma.



Bailón Espinal César Andrés
C.I. 1351166176



Macías Cedeño Milena Anahí
C.I. 1315840452

	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	CERTIFICADO DE TUTOR(A).	
	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:

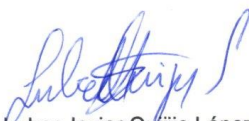
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Bailón Espinal César Andrés**, legalmente matriculada en la carrera de Biología, período académico 2025-2026, cumpliendo el total de **384** horas, cuyo tema del proyecto es **"Biomasa, diversidad y abundancia del zooplancton en la zona de Jaramijó-Manabí durante los meses de enero a junio de 2024"**.

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. Lubert 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.

	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 **Macías Cedeño Milena Anahí**, 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 de Jaramijó-Manabí durante los meses de enero a junio de 2024"**.

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 04 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 de Jaramijó-Manabí durante los meses de enero a junio de 2024.

Macías-Cedeño Milena¹, Bailón-Espinal Cesar¹

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

Correo institucional: e1315840452@live.uleam.edu.ec¹, e1351166176@live.uleam.edu.ec¹,

RESUMEN

El zooplancton es un factor determinante en la salud de los ecosistemas oceánicos, eslabón clave en la transferencia de energía de la red trófica, etapa transitoria de muchas especies de importancia comercial. El objetivo de esta investigación es examinar la relación entre la abundancia, composición y diversidad del zooplancton con los diferentes parámetros ambientales durante un periodo de tiempo específico. El estudio se realizó en la región costera/litoral de Ecuador-Jaramijó desde enero hasta junio de 2024 utilizando el método de arrastres con redes de 300 µm, con una duración de 10 minutos por cada estación, durante horas diurnas y nocturnas de forma. Se midió la temperatura superficial del mar (TSM), pH y análisis de carbonatos totales (carbonato y bicarbonatos). La TSM no presentó una influencia significativa en la abundancia, composición y diversidad, el promedio fue de 28,55°C. No existió una relación entre el pH (0,106) y carbonatos (-0,104) con la abundancia de especies zooplanctónicas. Las pruebas estadísticas realizadas evidencian que no existen diferencias significativas entre los periodos diurno y nocturno en el parámetro de abundancia. En el estudio se registraron un total de 18 especies, distribuidas en 3 filos: *Chaetognatha*, *Annelida* y *Arthropoda*, siendo este último el filo con mayor frecuencia de aparición y dominancia en el monitoreo con *Calanoides acutus* 40,27% y *Euterpina acutifrons* 15,97%. Las conclusiones exponen que los monitoreos ayudaron a la comprensión de la dinámica poblacional del zooplancton costero, tomando en cuenta factores como temperatura, pH y carbonatos, además se estableció una estructura comunitaria variables, con índices de dominancia y equidad que presentaron variaciones temporales.

Palabras clave: *Calanoides* spp, clúster de especies, distribución, fototaxia negativa y positiva, roles ecológicos.

ABSTRACT

Zooplankton is a determining factor in the health of oceanic ecosystems, a key link in the energy transfer of the food web, a transient stage for many commercially important species. The objective of this research is to examine the relationship between abundance, composition, and diversity of zooplankton and different environmental parameters over a specific period. The study was carried out in the coastal/littoral region of Ecuador-Jaramijó from January to June 2024 using the trawl method with 300 µm nets, with a duration of 10 minutes per station, during daytime and nighttime hours. Sea surface temperature (SST), pH, and total carbonate analysis (carbonate and bicarbonate) were measured. SST did not significantly influence abundance, composition, and diversity; the average was 28.55°C. There was no relationship between pH (0.106) and carbonates (-0.104) with the abundance of zooplankton species. The statistical tests performed show that there are no significant differences between the day and night periods in the abundance parameter. A total of 18 species were recorded in the study, distributed across three phyla: *Chaetognatha*, *Annelida*, and *Arthropoda*, the latter being the phylum with the highest frequency of appearance and dominance in the monitoring with *Calanoides acutus* 40.27% and *Euterpina acutifrons* 15.97%. The conclusions show that the monitoring helped to understand the population dynamics of coastal zooplankton, considering factors such as temperature, pH, and carbonates. In addition, a variable community structure was established, with dominance and equity indices that presented temporal variations.

Keywords: *Calanoids* spp, distribution, ecological roles, species cluster, negative and positive phototaxia.

1. INTRODUCCIÓN

El zooplancton tiene un rol fundamental en la dinámica del océano, actúa como controlador de la densidad poblacional del fitoplancton, además su presencia asegura la abundancia de alimento para varias especies marinas, consta de animales plantónicos con características como la transparencia de sus tejidos compuestos en gran parte por agua siendo esto una defensa contra depredadores, principalmente para los estadios planctónicos de otras especies (Massuti & Margalef, 1950, p. 10). Especies no transitorias del zooplancton como los copépodos son fundamentales en la cadena alimenticia y el ciclo biogeoquímico del océano mediante el pastoreo en fitoplancton, la transferencia de carbono hacia niveles tróficos superiores, como los peces, el reciclaje de nutrientes y la transportación de nitrógeno y carbono a mayores profundidades (Steinberg & Landry, 2017; Anderson et al., 2021); además es un eslabón clave en la transferencia energética de la red trófica, su aporte como depredador y alimento varía debido a factores fisicoquímicos que afectan a los siguientes niveles tróficos (Cantos Montenegro, 2022, p. 1; Madrid-Ibarra & Falero-Alama, 2021, p. 202).

Parámetros biológicos como la composición, abundancia y distribución son afectados significativamente por las variaciones físicas y químicas, estos se relacionan directamente con la cadena trófica e interacciones biológicas de los ecosistemas, además toma relevancia para los intereses humanos (Trejo-Abarrán et al., 2022). Por su parte, las condiciones extrínsecas que afectan al aumento de la población de individuos posiblemente también alteran la abundancia anual, abundancia máxima y fechas cardinales importantes (Scharfe y Wiltshire, 2019; Forsblom et al., 2024), estudios sobre la predicción climática con modelos de circulación general sugieren aumentos de temperatura en la zona ecuatorial que se vería aumentado durante los eventos ENOS afectando el afloramiento de nutrientes y a los eslabones principales de la red trófica (Centro para la Biodiversidad Marina y la Conservación, 2024).

Ecuador es un país mega biodiverso, su territorio costero está fuertemente influenciado por las corrientes marinas y evento ENOS tanto en la zona terrestre como marítima, la corriente fría de Humboldt divide a la costa ecuatoriana en una zona seca al sur y las corrientes cálidas del norte hacen que la zona norte sea una de las más húmedas del mundo (Bravo Velásquez, 2014, p. 23). Las zonas costeras por su abundancia son un importante recurso natural para las ciudades costeras y en general para el país, al generar industrias complejas que dependen del mar, también se genera vulnerabilidad por riesgos como la contaminación más se debe reconocer y clasificar los diferentes tipos de riesgo según su prioridad, origen y ubicación; el estudio de las especies afectadas enfocado en su desarrollo, ecosistemas, alimentación y la evaluación de parámetros físico-químicos que se pueden ver afectados por los contaminantes para crear medidas que favorezcan la mitigación de sus daños (Botello et al., 2017, pp. 5-6).

Cabe mencionar que el cantón Jaramijó cuenta con una población de 30 naves nodrizas artesanales, además de 2500 pescadores artesanales de los cuales solo 450 individuos se encuentran agremiados (Zurita y Vásquez, 2018). Sin embargo, a pesar de los intentos por investigar las características del zooplancton costero regional, se tiene poca información sobre su biomasa, diversidad y abundancia y se desconoce la naturaleza de los factores que pueden producir variaciones en el área de estudio. Este estudio tiene el objetivo de establecer la biomasa, la diversidad y la abundancia del zooplancton en la región costera de Jaramijó, durante los meses de enero 2024 a junio 2024, así como su vínculo con los parámetros ambientales.

2. METODOLOGÍA

Área de estudio

El estudio se desarrollará en el Puerto Pesquero de Jaramijó ($0^{\circ} 55' 31''$ S, $80^{\circ} 29' 16''$ O), con traslados en lancha. Los habitantes de esta zona se ven atraídos por la pesca artesanal, por la facilidad de acceso al Océano Pacífico, siendo esta la principal actividad para el sustento económico en general.

Trabajo de campo

En esta investigación se realizaron 52 arrastres superficiales entre enero y junio 2024, 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 estableció una cuadrata con coordenadas referenciales (primera coordenada lat. -0.931623° lon. -80.635812° dirección noroeste segunda coordenada lat. -0.926221° lon. -80.636732° , hacia el este tercera coordenada lat. -0.925537° lon. -80.636539° , dirección sur cuarta coordenada lat. -0.931607° lon. -80.632824° regreso al oeste primera coordena) para los 2 transeptos paralelos a la costa y 2 transeptos perpendiculares a la costa dentro de la primera milla náutica (**Fig. 1**). Debido a la mayor presencia en el frente ecuatorial de factores que favorecen la abundancia, la distribución, diversidad de copépodos. (Bucheli y Cajas, 2017)



Fig. 1. Localización de la zona de estudio.

La red se arrastró desde un bote con una eslora de 5 m y un motor 25 HP. Cada arrastre se realizó en el primer metro de la columna de agua y duro 10 minutos a una velocidad de 2m/s, aproximadamente, la velocidad y distancia recorrida tuvo variaciones conforme a las condiciones del viento y corriente. La red cónica tiene una luz de malla de 300 µm con un diámetro de boca de red de 51 cm y 200 cm de longitud.

Las muestras de zooplancton fueron colocadas en recipientes de 2000ml y preservadas con una solución de formaldehído al 4%. Luego se conservó en refrigeración hasta ser trasladadas al laboratorio del edificio de la Carrera de Biología Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología de la ULEAM en Manta para su posterior análisis. También se recolectaron muestras de agua de mar para el análisis fisicoquímico (carbonatos y bicarbonatos).

Los parámetros ambientales medidos *in situ* fueron: temperatura superficial del mar y el pH, ambos registrados con un equipo multiparámetro marca Consort modelo C6020.

Trabajo de laboratorio

La estimación de abundancia de organismos se determinó luego de agitar cada muestra y extraer alícuotas con una jeringa de 1 ml de capacidad. Para la cuantificación del zooplancton se utilizó un portaobjetos cuadrículado, el cual permitió el conteo del zooplancton y los cuadros secuenciales de izquierda a derecha, terminando con el total de organismo presentes en la muestra. 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 portaobjetos

N_c = número de cuadros contados.

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

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

Donde:

D = densidad de organismos (org/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 identificar las especies zooplanctónicas, se empleó el libro digital (Worms) (Johnson & Allen, 2012).

La biomasa fresca, se estimó utilizando el valor de volumen filtrado por la red registrado mediante el flujometro dividiendolo por le número total de organismos encontrados, la unidad de medida utilizada fue org/m³.

Para la determinación de carbonatos y bicarbonatos se utilizó el método de Baird (Apaza Paco & 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:

V₁ = ml de HCL gastados con fenolftaleína

V₂ = ml de HCL gastados con verde bromocresol

N = normalidad de HCL usado.

Se uso pruebas de Shannon Winer, Índice de Simpson, Índice de equitatividad de Pielou, Kruskall-Wallis para las gráficas de factores fijos como los periodos de muestro (día -noches), número de muestreos y meses comparado con variables dependientes como la abundancia (grafica logarítmica, curva de rarefacción y grafica de conglomerados), biomasa (mapa de calor), diversidad (matriz de Pearson), covariables como la TSM y pH (correlación de abundancia, temperatura y especies). Todas las pruebas estadísticas y los gráficos fueron realizados en el programa R studio (Allaire, 2011). Adicionalmente se utilizaron los siguientes packages: RMarkdown (Holmes et al., 2021), BiodiversityR (Kindt, 2024), ggplot2 (Wickham et al., 2025), 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 reshap (Wickham, 2005).

3. RESULTADOS

3.1. Composición zooplanctónica.

La composición zooplanctónica estuvo conformada por 3 Phylum, perteneciente a los *Arthropoda*, *Annelida*, y *Chaetognatha* de los cuales se pudieron identificar 18 especies. Los *Arthropoda* fueron los más abundantes, con el 97.16% de los ejemplares, seguido de *Chaetognatha* con el 2.71 % y el Phylum *Annelida* con 0.13 % *Calanoides acutus* destaca como especie con mayor presencia en los muestreos (47,27%), seguida por *Euterpina acutifrons* (15, 97%), *Litopenaeus vannamei* presentó la menor presencia con un 0.04% (**Tabla. 1**)

Tabla 1. Listado de especies que conforman la estructura zooplanctónica en la zona de estudio.

Taxas				Abundancia	
Phylum	Orden	Familia	Especie	Absoluta	Relativa
Arthropoda	Calanoida	Calanidae	<i>Calanoides acutus</i> (Giesbrecht, 1902)	3195	40,27%
	Calanoida		<i>Calanoides carinatus</i> (Krøyer, 1849)	191	2,41%
			<i>Calanus finmarchicus</i> (Gunnerus, 1770)	452	5,7%
	Amphipoda	Hyperidae	<i>Hyperia macrocephala</i> (Dana, 1853)	20	0,25%
	Decapoda	Penaeidae	<i>Litopenaeus vannamei</i> (Boone, 1931)	3	0,04%
	Ctenopoda	Sididae	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liévin, 1848)	47	0,59%
			<i>Penilia avirostris</i> (Dana, 1849)	152	1,92%
	Cyclopoida	Corycaidae	<i>Corycaeus ovalis</i> (Claus, 1863)	543	6,84%
			<i>Corycaeus anglicus</i> (Lubbock, 1857)	150	1,89%
	Calanoida	Centropagidae	<i>Centropages abdominalis</i> (Sato, 1913)	710	8,95%
			<i>Centropages typicus</i> (Krøyer, 1849)	195	2,46%
	Harpacticoida	Ectinosomatidae	<i>Microsetella rosea</i> (Dana, 1847)	10	0,13%
		Tachidiidae	<i>Euterpina acutifrons</i> (Dana, 1848)	1267	15,97%
	Decapoda	Porcellanidae	<i>Pachycheles rudis</i> (Stimpson, 1859)	56	0,71%
	Anostraca	Artemiidae	<i>Artemia salina</i> (Linnaeus, 1758)	651	8,21%
	Onychopoda	Podonidae	<i>Evadne nordmanni</i> (Lovén, 1836)	65	0,82%
Annelida	Phyllodocida	Lopadorhynchidae	<i>Pelagobia longicirrata</i> (Greeff, 1879)	10	0,13%
Chaetognatha	Aphragmophora	Sagittidae	<i>Sagitta bipunctata</i> (Quoy y Gaimard, 1827)	216	2,72%
Total				7933	100,00%

3.2. Abundancia

3.2.1. Abundancia por especie.

Los muestreos de abundancia total indicaron que *Calanoides acutus* fue la especie dominante, con 3.195 individuos registrados, seguida por *Euterpina acutifrons*, que registró una abundancia notablemente menor (1.267 individuos). Esta diferencia asciende a aproximadamente 2.000 ejemplares entre ambas especies, incrementándose hasta cerca de 3.000 individuos al comparar *C. acutus* con el resto del ensamblaje zooplanctónico. Por el contrario, las especies menos representadas fueron *Pelagobia longicirrata* (10 individuos) y *Litopenaeus vannamei* (3 individuos), reflejando una marcada disparidad en la distribución de abundancias (Fig. 2).

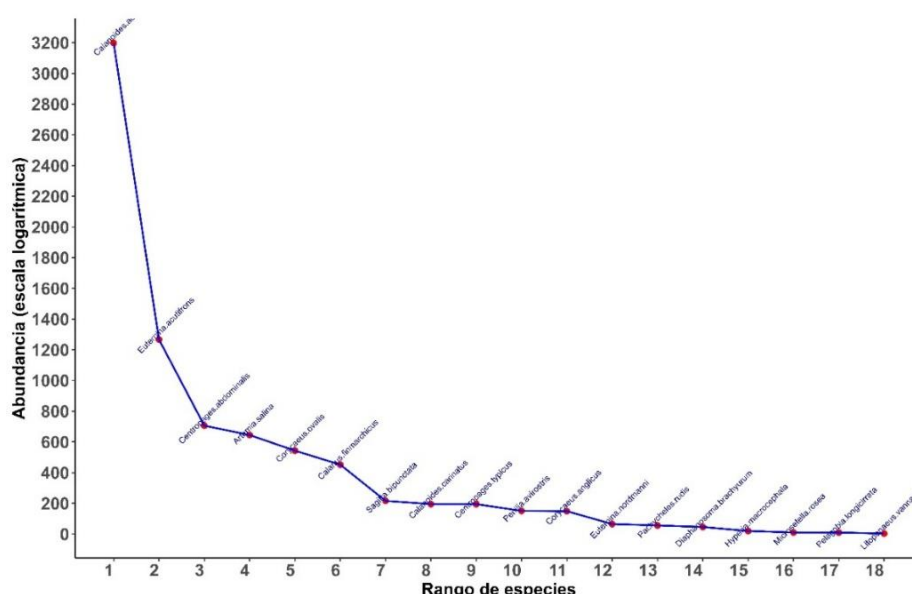


Fig. 2 Distribución de abundancia-especies en el ensamblaje zooplanctónico; patrones de dominancia.

3.2.2 Abundancia por muestreo.

Los muestreos evidenciaron un máximo de abundancia entre las semanas 5 y 16, destacando *Calanoides acutus* como especie dominante con densidades significativamente mayores frente a *Euterpina acutifrons*, *Centropages abdominalis* y *Artemia salina*, exhibiendo diferencias medias de ~100 individuos durante los picos poblacionales. Esta disparidad se acentuó al contrastar con especies subordinadas como *Hyperia macrocephala* y *Litopenaeus vannamei*, cuyas densidades máximas registradas fueron ≤ 20

individuos (diferencia relativa ≥ 180 individuos), evidenciando un claro gradiente de dominancia ecológica. Una excepción notable ocurrió en la semana 11, donde *E. acutifrons* presentó un incremento abrupto (56 especímenes sobre *C. acutus*), sugiriendo posibles fluctuaciones en factores ambientales o eventos reproductivos puntuales. (Fig. 3).

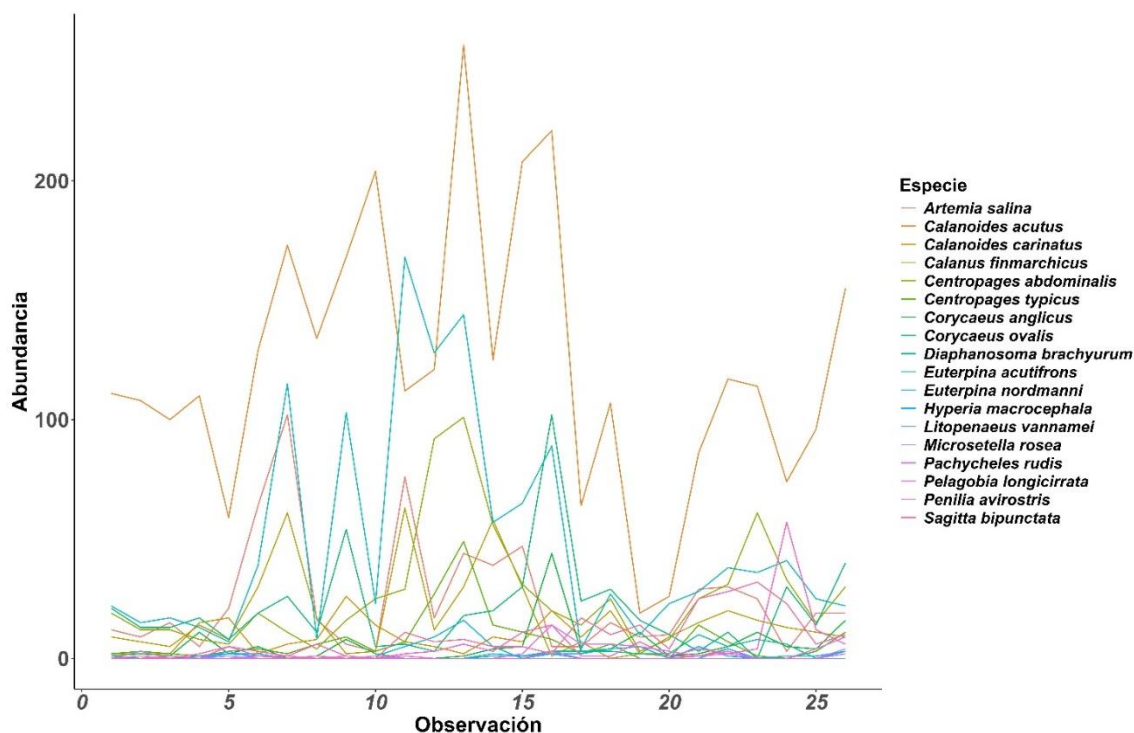


Fig. 3 Comparación de Abundancia relativa de especies zooplancónicas en muestreos generales de la comunidad zooplancónica.

Las curvas de rarefacción indican que el esfuerzo de muestreo realizado durante el periodo de estudio fue adecuado, aunque la abundancia de individuos no fue elevada. La estabilización de las curvas de rarefacción total demuestra una cobertura suficiente del esfuerzo muestral. Sin embargo, en los primeros y últimos monitoreos se registró una cantidad reducida de individuos (< 300), lo cual puede adjudicarse a condiciones de oleaje fuerte que afectaron la eficiencia del muestreo. A pesar de esto, la riqueza de especies se mantuvo constante, sin descender por debajo de 8 especies en ninguno de los registros realizados.

Los muestreos 11, 15 y 16 presentaron los valores más equilibrados, con una riqueza específica superior a 10 especies y una abundancia entre 400 y 600 individuos. En contraste, el monitoreo 26 mostró una mayor riqueza de especies (> 15) en comparación con su abundancia (< 400 individuos), sugiriendo una posible subestimación del esfuerzo muestral. Por otro lado, los registros 1 y 23 requieren un mayor esfuerzo de muestreo en futuras

campañas, ya que presentaron una riqueza de especies inferior a 10, desproporcionada respecto a la abundancia registrada (**Fig. 4**).

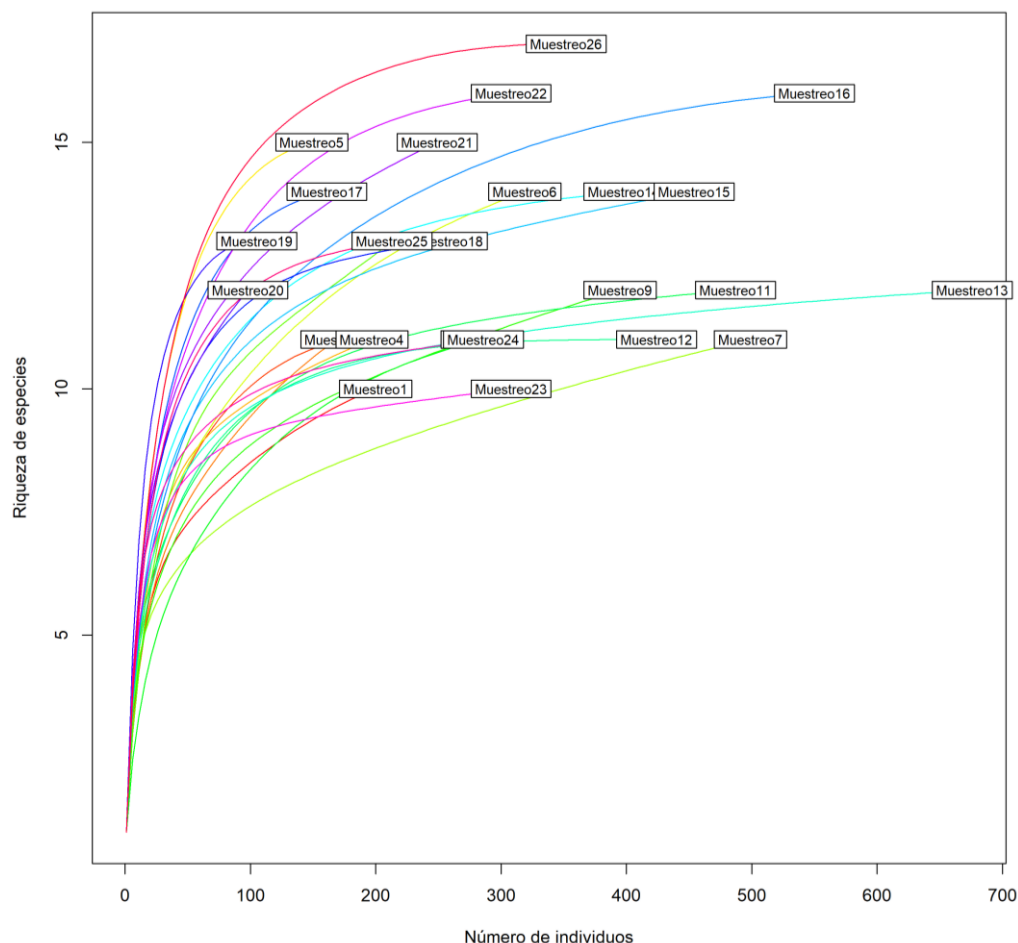


Fig. 4 Curva de rarefacción para la evaluación del esfuerzo muestral en la comunidad zooplanctónica.

3.3. Distribución por especie.

Los análisis de concurrencia evidenciaron patrones diferenciales entre los periodos diurno y nocturno en la estructura de asociación zooplanctónica. Durante el día, se registró una interacción entre *Euterpina acutifrons* y *Calanoides carinatus*, mientras que *Microsetella rosea* se presentó como especie no asociada (**Fig. 5A**). El escenario nocturno mostró una reorganización comunitaria marcada por la aparición solitaria de *Calanoides carinatus*, y la integración de *Microsetella rosea* como elemento central en una red de interacciones que incluyó a *Corycaeus ovalis*, *Diaphanosoma brachyurum* y *Artemia salina* (**Fig. 5B**). Estos

resultados demuestran una variabilidad temporal en la configuración de las asociaciones interespecíficas, con una transición clara entre los ensamblajes diurnos y nocturnos

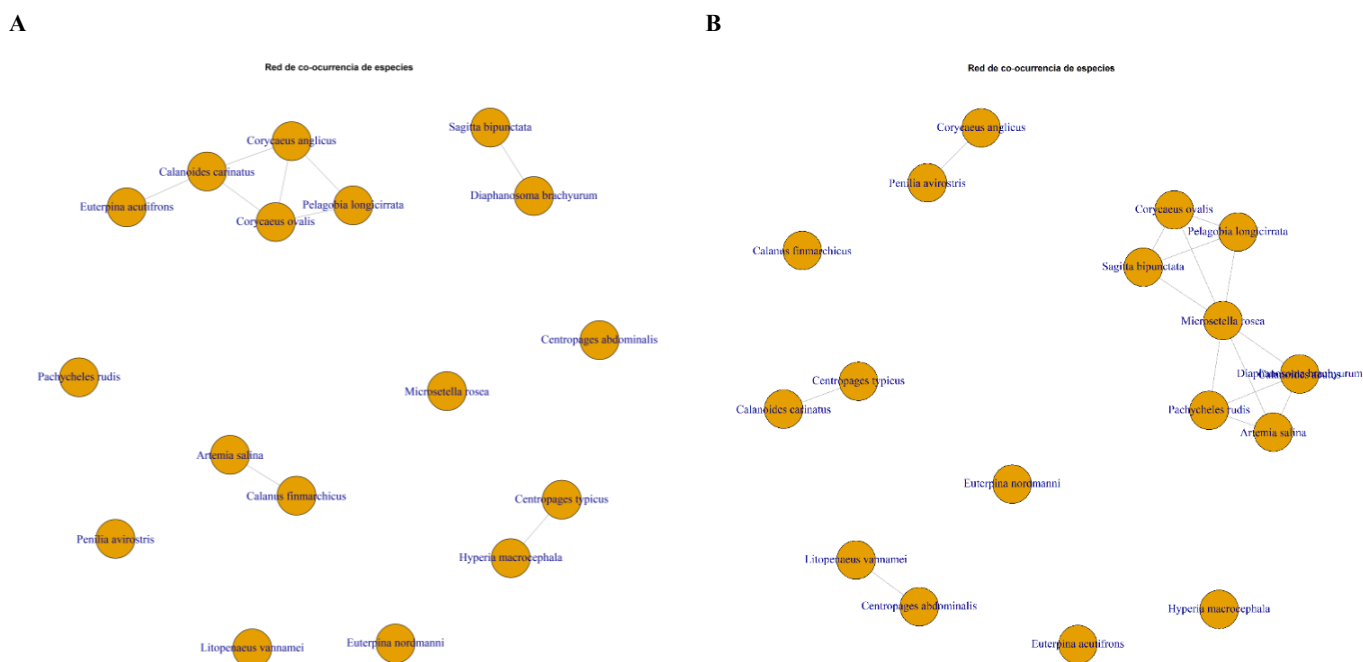


Fig. 5 A. Red Co-concurrencia de especies en el periodo diurno. **B.** Red Co-concurrencia de especies en el periodo nocturno.

3.3.1. Relación de especies.

Para la selección de clúster se destaca el método Average linkage (índice de silueta de 0,644) (**Fig. 6A**), reveló una estructuración significativa en la comunidad zooplanktónica, identificando tres grupos ecológicamente diferenciados: Un grupo independiente compuesto por *Calanoides acutus* y *Euterpina acutifrons* (distancia intergrupar: 700), donde *Calanoides acutus* presentó mayor distancia intra-grupal (300) respecto a otras especies del mismo clúster, destacándose la asociación más estrecha entre *Centropages abdominalis* y *Euterpina acutifrons* (distancia: 50); los grupos de *Pachycheilus rudis* y *Calanoides carinatus* mantienen relación a una distancia más cercana (distancia: 420) con distancias intra-grupales variables (150-200 para la zona más alejada de y más cercanas <50) en el grupo de *Litopenaeus vannamei* y *Pachycheilus rudis* (larva); el grupo con distancias periféricas (200-300) y asociación más estrecha entre *Calanoides carinatus* y *Sagitta bipunctata* (distancia: >50) (**Fig. 6B**), evidenciando una estructura comunitaria jerárquica con patrones de afinidad interespecífica diferenciada.

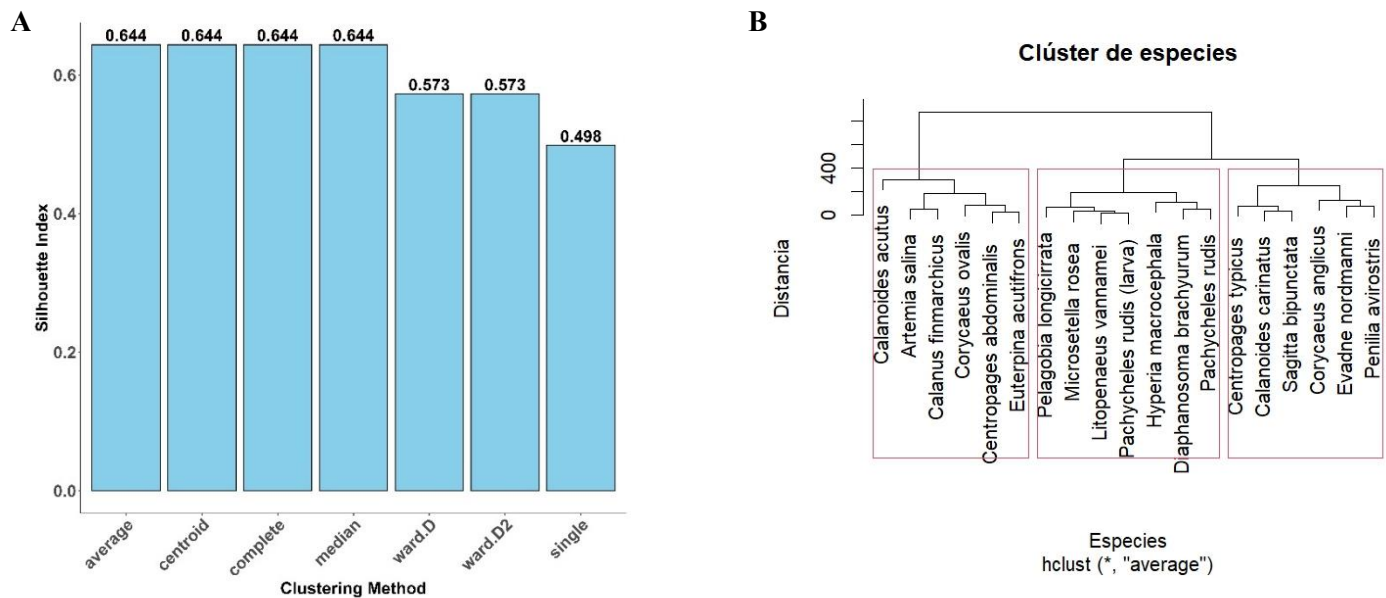
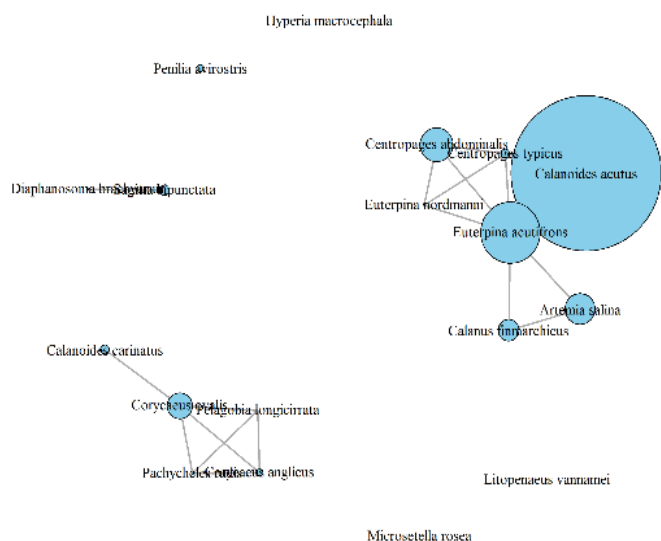


Fig. 6 A. Evaluación de métodos de agrupamiento (clustering) para el análisis de la comunidad zooplanctónica mediante índice de silueta. **B.** Análisis de agrupamiento jerárquico de la comunidad zooplanctónica basado en distancias de Bray-Curtis.

3.3.1. Red de correlación de abundancia de especies.

El análisis de redes de correlación reveló relaciones ecológicas significativas entre las especies zooplanctónicas, identificando dos subredes principales. En la primera *Euterpina acutifrons* actuó como nodo central, mostrando fuertes correlaciones positivas ($p \geq 0.8$) con *Centropages abdominalis*, *Centropages typicus*, *Calanoides acutus*, *Artemia salina*, *Calanus finmarchicus* y *Euterpina nordmanni*. La segunda red presentó a *Corycaeus ovalis* como núcleo, correlacionándose significativamente ($p \geq 0.8$) con *Calanoides carinatus*, *Pelagobia longicirrata*, *Pachycheles rudis* y *Corycaeus anglicus* (**Fig. 7A**). La matriz de correlación confirmó estos patrones, destacando además asociaciones positivas ($p \geq 0.8$) entre *Microsetella rosea* y *Hyperia macrocephala*, mientras que, las correlaciones negativas con pulsos marcados ($p \leq -0.4$) se observaron entre *Sagitta bipunctata* y *Diaphanosoma brachyurum* (**Fig. 7B**). Estos patrones de correlación se mantuvieron consistentes entre los periodos diurno y nocturno.

A



B

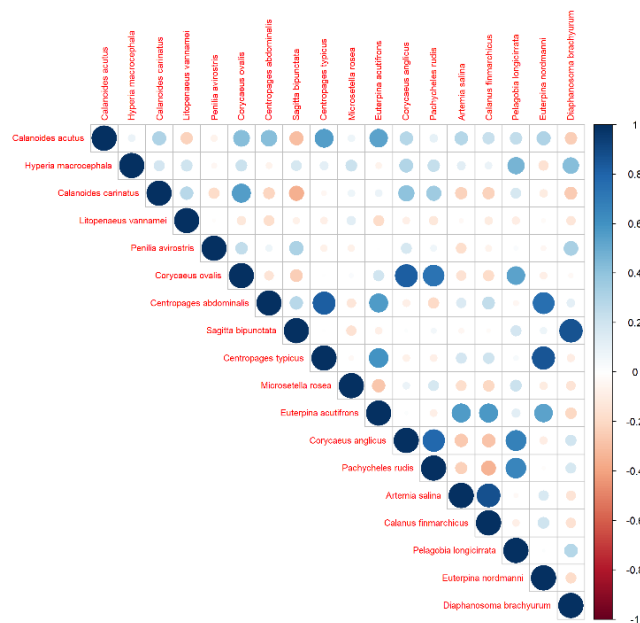


Fig. 7 A. Red de interacciones ecológicas en el ensamblaje zooplanctónico basada en concurrencia de especies. B. Matriz de interacciones zooplanctónicas: análisis integral de correlaciones y estructura modular.

En los patrones de distribución se evidenció que pocas especies presentaron una marcada consistencia poblacional en los monitoreos, como es el caso de *Calanoides acutus* (registros 10, 13, 15 y 16) y *Euterpina acutifrons* (registros 7 y 11), las cuales mantuvieron densidades elevadas (≥ 150 ind/muestra) durante ambos periodos (diurno y nocturno). En contraste, especies como *Litopenaeus vannamei* y *Diaphanosoma brachyurum* mostraron abundancias notablemente bajas (≤ 10 ind/muestra), lo que sugiere una mayor especialización ecológica o sensibilidad a los parámetros ambientales. Estos resultados destacan la coexistencia de estrategias ecológicas divergentes, donde los taxones dominantes exhiben una amplia plasticidad ecológica. (Fig. 8)

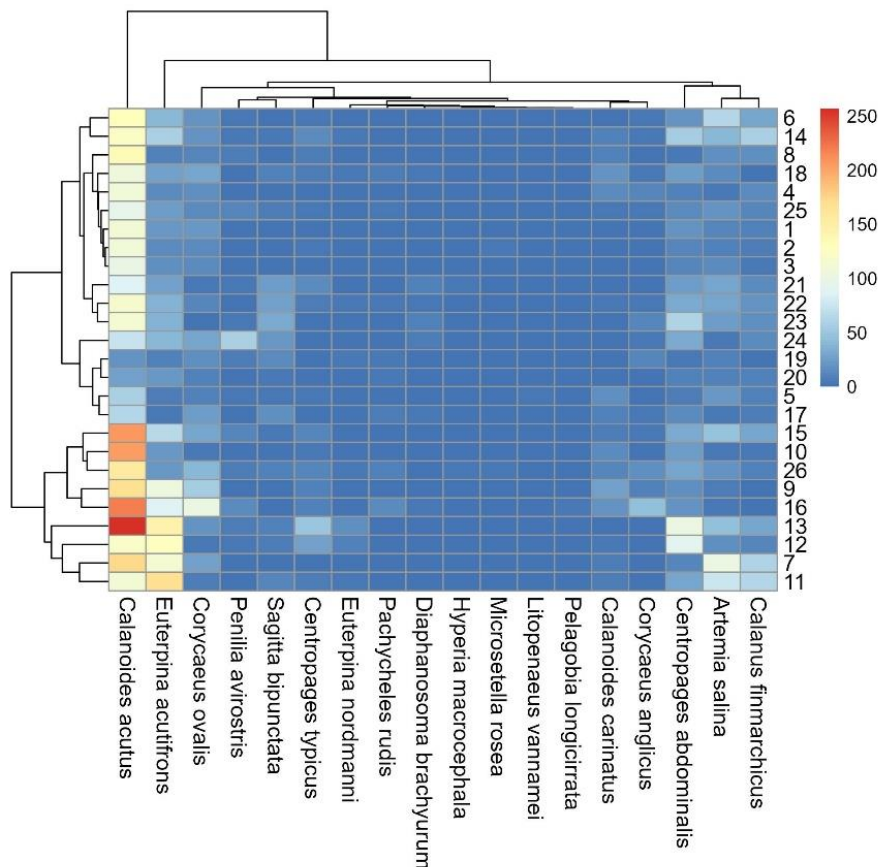


Fig. 8 Mapa de calor que presenta la distribución espacio- temporal de la abundancia relativa de especies zooplanctónicas durante los muestreos (1-26).

3.4. Diversidad

La diversidad del zooplancton se evaluó mediante los índices de diversidad de Simpson (D) y Shannon (H'), (**Fig. 9**), ambos coeficientes exhibieron un comportamiento similar, durante el periodo de muestreo. El índice de Shannon presentó variaciones constantes, con valores que oscilaron entre 1.09 y 2.33 bits, con una media de 1.79 bits, esto refleja una variabilidad temporal en la diversidad zooplanctónica durante la fase de estudio.

Por su parte, el índice de Simpson registró un valor máximo de 0.88, un valor mínimo de 0.46 y una media de 0.74, reflejando una dominancia intermedia en la estructura de la comunidad, en cuanto a la riqueza específica de especies se observó un rango de 10 a 17 especies, evidenciando una variabilidad notable en la composición taxonómica en la zona estudiada.

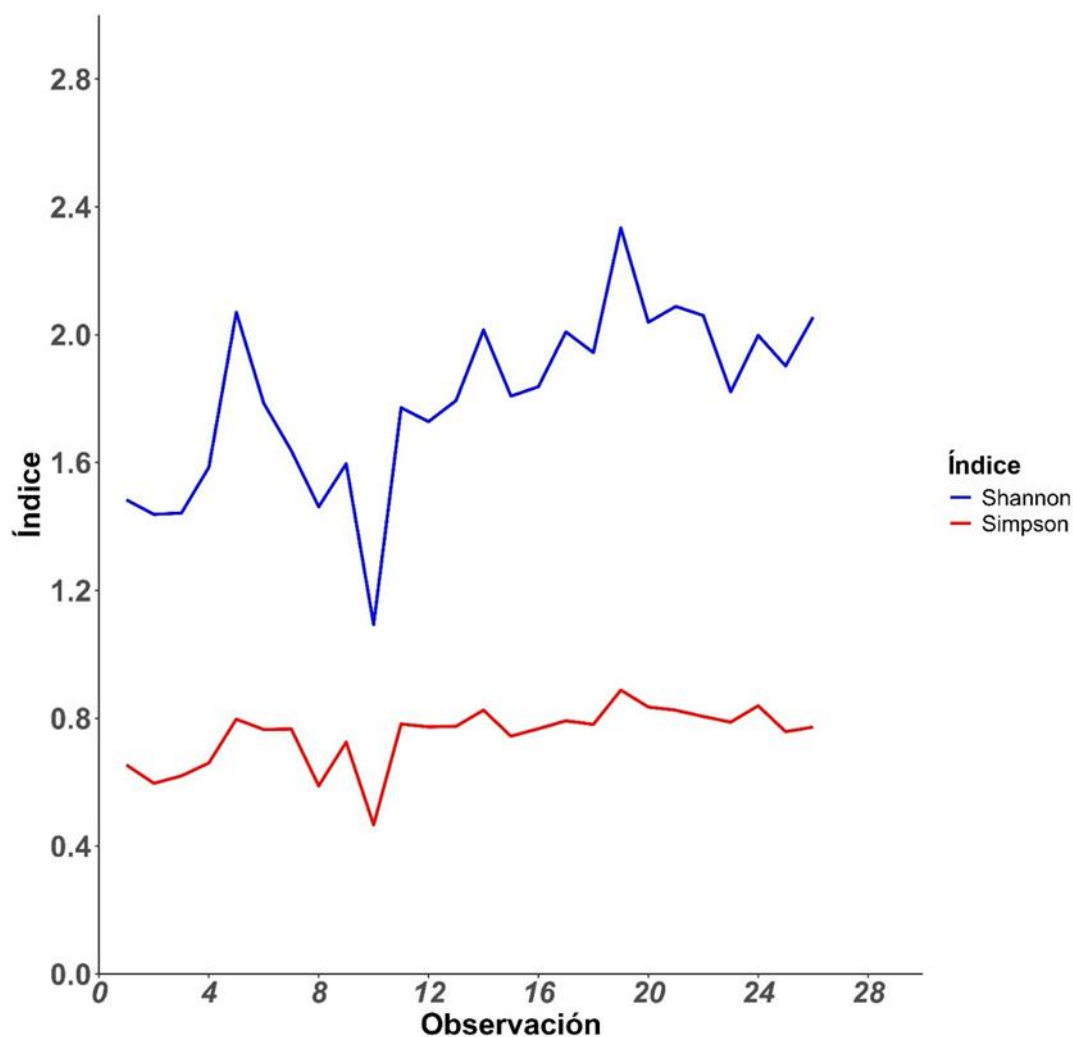


Fig. 9 Variación temporal de los índices de diversidad Shannon (H') y Simpson (D) en el ensamblaje zooplanktónico, mostrando patrones consistentes entre periodos diurnos y nocturnos.

Se realizó una matriz de correlación de Pearson donde se incluyeron a los números de Hill ($Hb2$, $N1$, $N1b2$ y $E10$) El índice de Shannon (H') en conjunto con el índice $Hb2$ exponen una correlación positiva alta (1) (**Fig. 10**) el valor máximo de H' fue de 2.33 bits registrado el día 19 de muestreo, lo que sugiere que ($Hb2$) también debió haber alcanzado su pico máximo en dicho muestreo debido a esta alta correlación. Esta relación se sustenta en la interacción de los coeficientes de $N1$ y $N1b2$, los cuales también representan índices de diversidad y mantiene una correlación positiva alta (1) demostrando los patrones de diversidad son consistentes independientemente del enfoque de la métrica utilizada.

Respecto a la equitatividad, se observó un alto coeficiente de correlación ($r=0.958$) entre el índice de Pielou (J) y E10, el valor máximo alcanzado por el índice de Pielou fue de 0,90 en el día 19 de muestreo, cabe resaltar que el valor mínimo registrado para este análisis es de 0,45 en la muestra 10, este rango indica una variabilidad significativa en la distribución de la abundancia de especies durante el periodo de estudio

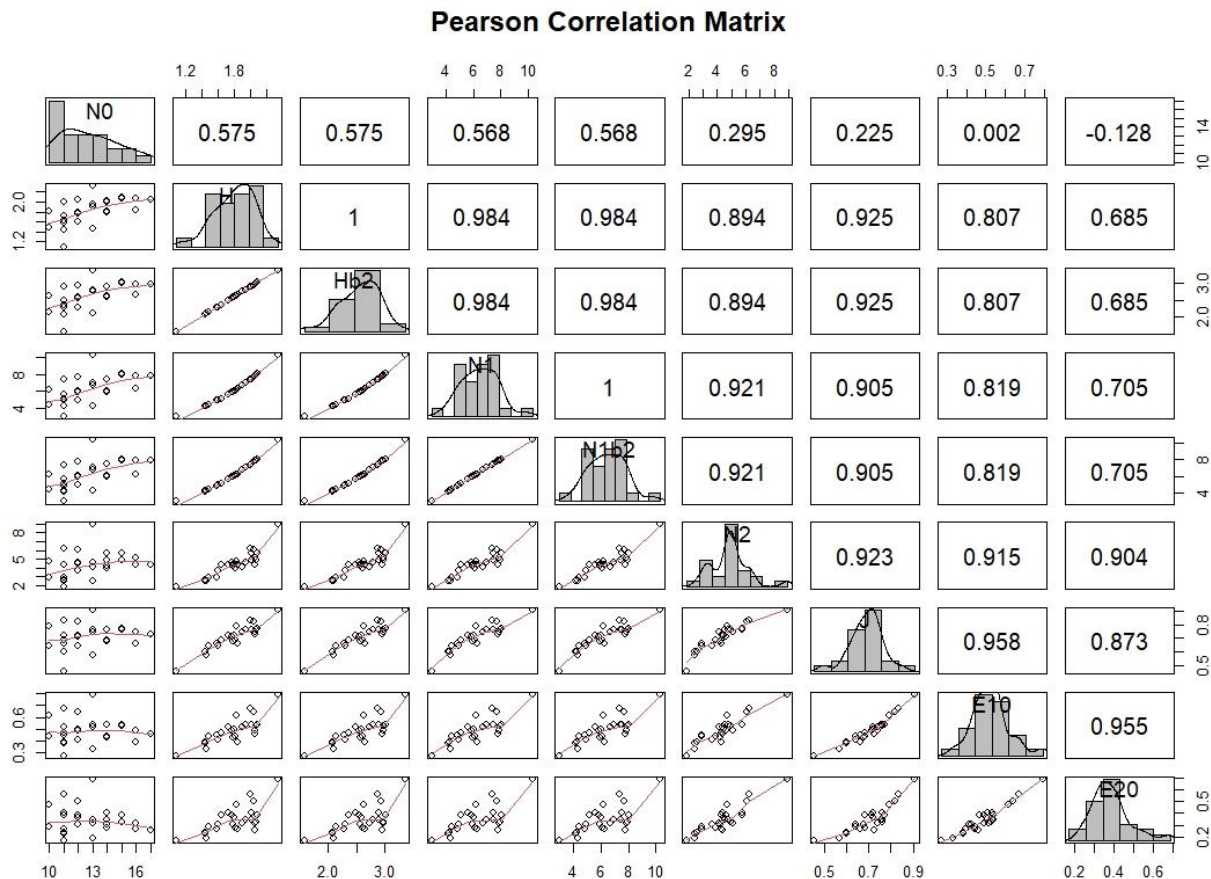


Fig. 10 Dinámica de diversidad zooplanctónica: contrastes entre riqueza, diversidad, equitatividad, números de Hill y correlaciones que evidencian una estructura comunitaria equilibrada.

3.5. Relación entre temperatura, abundancia y las diferentes especies de zooplancton

Los registros de temperatura durante el periodo de muestreo expusieron un rango térmico que varía desde los 26°C hasta los 31°C (**Fig. 11**), los patrones de abundancia de las especies de zooplancton tuvieron variaciones en respuesta al gradiente térmico, como es el caso de las especies *Calanoides acutus*, *Calanoides carinatus* y *Centropages abdominalis*, quienes presentaron una mayor abundancia dentro del rango de 30°C. Contrariamente, las especies *Sagitta bipunctata*, y *Penilia avirostris* mantuvieron abundancias constantes desde temperaturas menos calientes (26°C a 27°C).

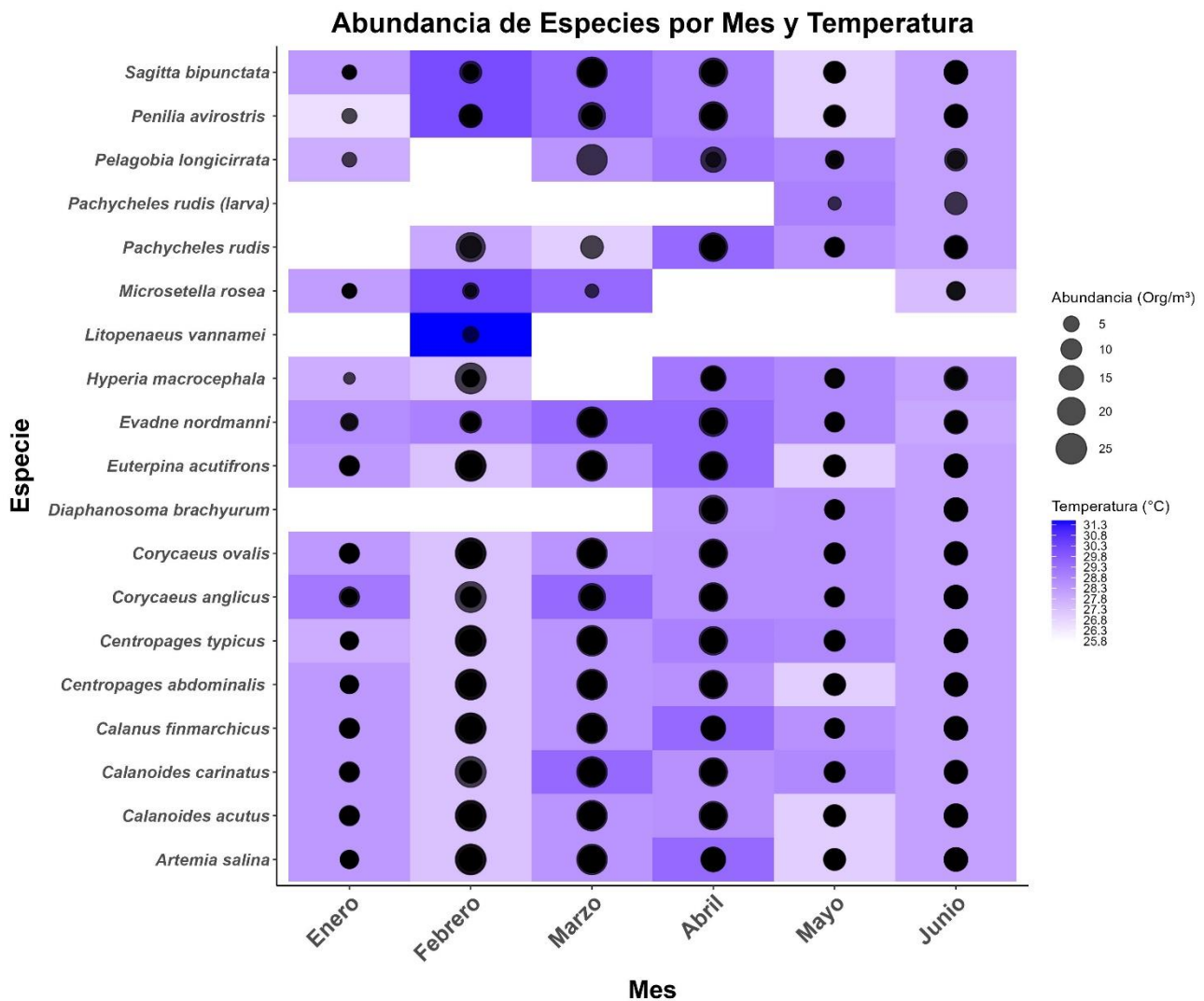


Fig. 11 Correlación mensual entre abundancia, temperatura y especies durante el muestreo general.

El análisis temporal evidenció una variabilidad marcada en la abundancia zooplanctónica mostrando un máximo poblacional en el mes de febrero, en esta parte del año la temperatura mantuvo un rango entre 27.3°C y 28.3°C. Por otro lado, el mínimo de abundancia se registró en enero época en donde la temperatura se encontró sobre los 28.3°C.

3.6. Biomasa

Los datos recolectados referentes a la abundancia general no tienen normalidad, por lo tanto, se manejó una prueba no paramétrica (Kruskal-Wallis) para determinar si existen diferencias significativas en la abundancia (Org/m³) cuyo resultado fue de $p\text{-value} < 0.05$, este valor determina que existen diferencias significativas de los valores de la biomasa entre los meses de muestreo. El mes que tuvo una mayor biomasa fue marzo, con un

máximo cercano a 25 org/m³, por otro lado, el periodo de menor pulso de abundancia fue junio con un resultado cercano a 1 org/m³, no obstante, de forma general en este mes el valor de este parámetro se mantuvo en el rango de 7 a 11 org/m³. Los meses de enero y mayo no presentaron diferencias significativas entre sí, mientras que el resto de los grupos difieren estadísticamente. (Fig. 12)

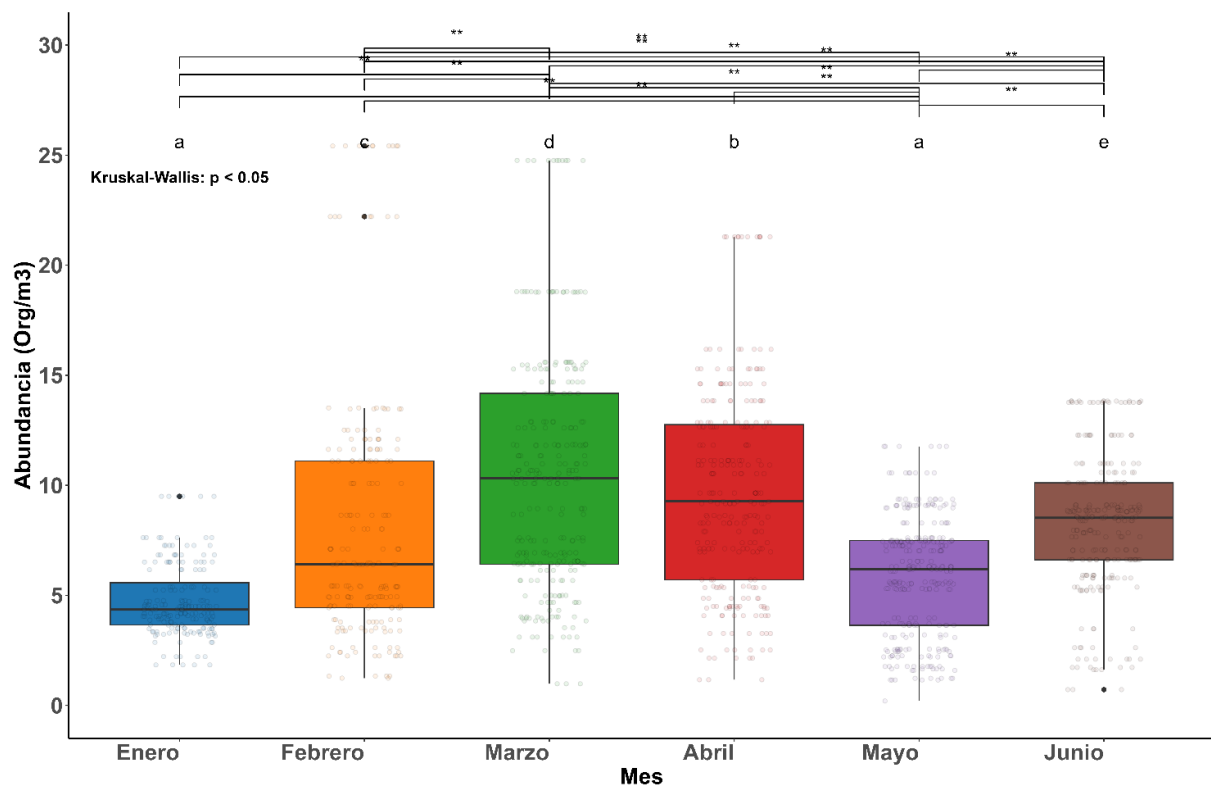


Fig. 12 Variación mensual de biomasa zooplanctónica (org/m³) entre julio 2024 y enero 2025, mediante la prueba de Kruskal-Wallis.

3.7. Correlación de variables ambientales

La relación de entre la abundancia y la temperatura registrada durante el periodo de muestreo tuvo un coeficiente de 0,037, por su parte, el mismo análisis enfocándose en los datos de pH tuvo un valor de 0,106, mientras que, el carbonato total tuvo un coeficiente negativo (-0,104), esto demuestra que no existió una relación entre las variables ambientales y la abundancia de especies zooplanctónicas, aunque existe una ligera correlación inversa entre el carbonato total y la abundancia.

4. DISCUSIÓN.

Durante la época de muestreo la temperatura superficial del mar correspondiente a la zona del muelle pesquero de Jaramijó oscilo en el rango de 25.8°C a 31,3°C con un promedio general de 28,55°C, estos datos concuerdan con los obtenidos por Errazuriz y Zambrano (2024) quienes en su estudio en la zona de San mateo obtuvieron

un rango de temperatura entre 25°C a 30°C, En contraste Quijije et al. (2020) discrepan con ambas investigaciones, puesto el resultado promedio de temperatura obtenido fue 25,2°C con una variabilidad reducida ($\pm 0,6^\circ\text{C}$), esta discrepancia podría deberse a características oceanográficas estacionales, Del Salto et al. (2013) expone que existe mayores promedios de temperatura en los meses de enero a marzo, con un rango térmico entre 27,1°C a 27,4°C, evidenciando un patrón estacional que indica un aumento de temperatura en la época inicial del año. Los resultados expuestos encuentran sustento en Montilla et al. (2024) quienes sostienen que el fenómeno El Niño está acompañado por anomalías positivas de TSM en la zona del Pacífico tropical, particularmente en la costa ecuatoriana. En adición, Cheng et al. (2025) proponen que el calentamiento oceánico observado en el 2024 responde directamente con la concentración de gases de efecto invernadero. Esto demuestra la compleja relación entre variabilidad climática natural y cambio climático antropogénico.

El análisis de las variables ambientales (pH, temperatura y carbonato total) y la abundancia de especies arrojó que no existió una correlación marcada entre ninguno de los parámetros estudiados, este resultado se asemeja al presentado por el estudio de Paturej et al. (2017) quienes no encontraron patrones de agrupación asociados con gradientes fisicoquímicos, en contraste, en la investigación realizada por Giraldo et al. (2013) determinan que la biomasa zooplanctónica si tiene una correlación significativa con aspectos ambientales como la temperatura y otros parámetros físico-químicos, Ahmad et al. (2011) explica que los factores interespecíficos e intraespecíficos tienen influencia en la abundancia y comportamiento espacial del zooplancton.

En el presente estudio se obtuvo resultados que reflejan una abundancia predominante de especies del Phylum Arthropoda con un 97,16% de abundancia perteneciente en mayor proporción a *Calanoides acutus* (40,27%) y *Euterpina acutifrons* (15,97%) mientras la menor abundancia se presentó en *Litopenaeus vannamei* (0,04%), *Microsetella rosea* (0,13%) y *Pelagobia longicirrata* (0,13%) este último perteneciente al Phylum Annelida. Bucheli y Cajas (2017) reportaron en la Acta Oceanográfica del Pacífico de octubre 2017 una mayor riqueza con 63 especies de copépodos en arrastres costeros e insulares de Ecuador, donde la presencia de *C. acutus* (<10%) contrastando con los resultados de este estudio; mientras que Errazuriz y Zambrano (2024) coinciden con una abundante presencia de *Calanoides acutus* (13,05%) y baja abundancia de *Litopenaeus vannamei* (3,62%) en las costas de San Mateo (julio -febrero 2024). Se debe tomar en consideración factores explicativos de la variabilidad de la abundancia como la dinámica oceanográfica influenciada por el afloramiento estacional asociado a las aguas frías de la Corriente de Humboldt que interactúan con la Corriente costera de Perú (PCC) y la Corriente Submarina Perú-Chile (PCUC), la PCC intensifica su flujo, los vientos ecuatoriales provocan la unión con la Corriente Ecuatorial del Sur (SEC) causando afloramientos más ricos en nutrientes durante el invierno (Ayón et al., 2008), otro factor es la variabilidad espacio-temporal donde el monitoreo en Jaramijó realizado en invierno registro mayores abundancias de *C. acutus* en comparación con los estudios antes

mencionados que fueron realizados en temporadas más cercanas a verano, además de la temporada en el caso de Bucheli y Cajas influyo la zona oceánica más amplia de muestreo, estos factores se demuestran con la abundancia de copépodos como lo es *C. acutus* que realiza el papel de bioindicador de zonas eutróficas y afloramientos (Fernández de Puellas, 2015).

Los resultados evidenciaron patrones diferenciales entre los periodos diurno y nocturno en la estructura de asociación zooplanctónica. Durante el día se registró interacción entre *Euterpina acutifrons* y *Calanoides carinatus*, mientras *Microsetella rosea* se presentó como especie no asociada; en contraste, el escenario nocturno mostró reorganización comunitaria con *C. carinatus* en aislamiento y *M. rosea* como elemento central en una red que incluyó *Corycaeus ovalis*, *Diaphanosoma brachyurum* y *Artemia salina*. Estos hallazgos coinciden con Spinelli (2013), quien documentó a *E. acutifrons* como recurso trófico para *C. carinatus* en redes de coocurrencia, y con Cañete et al. (2016), que reportó el comportamiento emergente nocturno de *M. rosea* desde sedimentos en canales magallánicos-Chile. La variabilidad observada se sustenta en los mecanismos descritos por Vilain et al. (2025), donde la distribución vertical clásica de copépodos (nocturno ascenso/diurno descenso) se da en biorregiones sur y transicionales explicando su segregación espacio-temporal, y por Ueda et al. (1983), quien demostró que estos organismos forman agregaciones discretas ("manchas") en lugar de distribuciones homogéneas, condicionando sus interacciones.

Los análisis revelaron la formación de redes de correlación con relaciones ecológicas significativas entre especies zooplanctónicas, identificándose dos subredes principales. En la primera subred, *Euterpina acutifrons* funcionó como nodo central, mostrando correlaciones positivas significativas ($p \geq 0.8$) con *Centropages abdominalis*, *Centropages typicus*, *Calanoides acutus*, *Artemia salina*, *Calanus finmarchicus* y *Euterpina nordmanni*. La segunda subred presentó a *Corycaeus ovalis* como núcleo, también con correlaciones significativas ($p \geq 0.8$). Estos hallazgos concuerdan con Turner (2004), quien destaca el papel clave de los pequeños copépodos en las redes tróficas marinas debido a su éxito reproductivo y su rol como base alimenticia para depredadores. Además, se evidencia que las redes ecológicas están estructuradas alrededor de especies predominantes bien conectadas, a las que se asocian otras especies por diversos factores (Bascompte y Stouffer, 2009).

El análisis de agrupamiento mediante el método *Average linkage* (índice de silueta: 0.644) permitió distinguir tres ensambles zooplanctónicos claramente diferenciados. Entre ellos, el grupo formado por *Pachycheles rudis* y *Calanoides carinatus* (distancia: 420) sugiere un posible nicho trófico compartido, mientras que el grupo de *Calanoides acutus* y *Euterpina acutifrons* mostró segregación ecológica (distancia: 300). Estos resultados presentan coincidencias parciales con lo reportado por Errazuriz y Zambrano (2024) en la zona costera de San Mateo, Ecuador, donde también se identificaron tres agrupaciones zooplanctónicas, destacando

la asociación entre *Calanoides carinatus* y *Pachycheles rudis* (distancia: 300). Sin embargo, en ese estudio, *Calanus finmarchicus* mostró ausencia de interacción (distancia: 100). Estos patrones se sustentan en lo descrito por Pomerleau et al. (2015), quienes señalan que la distribución vertical de *C. carinatus* puede verse modificada por factores físico-químicos, afectando sus interacciones con otras especies y aumentando su distancia ecológica. Adicionalmente, Beaugrand et al. (2002) destacan que las agrupaciones en sistemas costeros con distancias reducidas reflejan una respuesta conjunta a gradientes ecológicos, como la disponibilidad de alimento o parámetros físico-químicos.

La diversidad zooplanctónica fue evaluada con el índice de Shannon-Wiener (H') registrando un valor promedio de 1,79 bits, mientras que el índice de Simpson (D) tuvo un valor promedio de 0,70 bits, ambos parámetros evidenciaron una alta variabilidad temporal, por su parte el índice de equitatividad de Pielou (J) en el presente estudio tuvo un valor promedio de 0,74 bits, estos datos son comparables con el estudio de Flores (2022) quien documentó rangos de H' entre 0 a 2,14 bits y un índice $J > 0,50$ en la mayor parte del estudio, pero con valores mínimos de 0, reflejando resultados heterogéneos. En contraste karmakar et al. (2022) observaron un menor variabilidad en los índices de Shannon ($\max = 2,37$ y $\min = 2,12$) y Simpson ($\max = 0,13$ y $\min = 0,10$), sugiriendo un ambiente con mayor estabilidad, según Gómez et al. (2013) las fluctuaciones en la diversidad y densidad de las comunidades zooplanctónicas pueden estar relacionadas a perturbaciones antropogénicas en el cuerpo de agua estudiado, cabe resaltar que durante la etapa de muestreo de este estudio no se observó un control adecuado de los residuos de la embarcaciones que realizan actividades de índole comercial en la zona del muelle de Jaramijó, Manabí.

La biomasa total del zooplancton mostró variaciones significativas entre los meses de muestreo ($p\text{-value} < 0.05$), registrándose un máximo en marzo (25 org/m^3) y un mínimo en junio (1 org/m^3), cabe resaltar que no se detectaron diferencias significativas entre periodo diurno y nocturno, lo cual coincide con los registros obtenidos por Errazuriz y Zambrano (2024) quienes tampoco presentaron diferencias estadísticas entre periodo diurno y nocturno, Asimismo, Quijije et al (2020) documentaron una fluctuación amplia en la biomasa zooplanctónica $0,03 \text{ g/m}^3$ (bajo) – $0,16 \text{ g/m}^3$ (alto), la variabilidad de la biomasa puede estar asociada a la interacción del zooplancton con los niveles inferiores (fitoplancton) y superiores (depredadores) de la cadena trófica (Burkill et al. 1987; Marquez et al. 2009). Por lo tanto los resultados obtenidos podrían reflejar dinámicas biológicas no cuantificadas en este estudio como migración vertical o disponibilidad de recursos.

5. CONCLUSIONES

La comunidad zooplanctónica en Jaramijó exhibe una estructura altamente organizada y dominada por especies de copépodos, particularmente *Calanoides acutus* y *Euterpina acutifrons*. Estos organismos desempeñan roles

ecológicos diferenciados pero complementarios contribuyendo a la coconurrencia y redes de correlación que se ven comprometidos por otros factores físicoquímicos que pueden estar asociados o no a patrones diurno-nocturnos diferenciados. Esta clasificación está representada por una baja riqueza específica pero alta dominancia de pocas especies que reflejan un sistema adaptado a las condiciones dinámicas de la zona costera, donde factores como los afloramientos estacionales y la influencia de la Corriente de Humboldt actúan como filtros ambientales. Los resultados coinciden con lo reportado para otros sistemas de surgencia, aunque la particular combinación de especies y sus interacciones en Jaramijó aluden adaptaciones locales a los gradientes ambientales presentes. Existe una notable estabilidad ecológica sustentada en la consistencia de los patrones a lo largo del periodo de monitoreo y las estrategias complementarias de las especies dominantes. Sin embargo, la baja diversidad detectada podría representar vulnerabilidad frente a cambios ambientales abruptos, destacando la importancia de continuar el monitoreo de estas comunidades como indicadores del estado ecológico del ecosistema costero.

La abundancia no presentó diferencias significativas entre los periodos diurnos y nocturnos, Asimismo, no se detectó una correlación significativa entre los parámetros físicoquímicos estudiados (temperatura, pH y carbonatos totales) y la densidad de organismos zooplanctónicos encontrados en el presente estudio, esto sugiere que el comportamiento de la comunidad zooplanctónica responde a otras interacciones biológicas como podría ser el pastoreo sobre el fitoplancton o mecanismos de competencia, Por otro lado, existió una variación constante en los índices de ecológicos: diversidad (H'), dominancia (D) y equidad (J), indicando un estado de disturbio en el ensamblaje zooplanctónico, definiendo al ecosistema estudiado como poco estable, esto puede atribuirse a las constantes actividades antropogénicas que se realizan en la zona del muelle de Jaramijó.

Agradecimiento

Queremos expresar nuestra más sincera gratitud a Los Sres. Eduardo Benavides, Keane Mero y José Luis Rodríguez por su colaboración durante la etapa de muestreo del presente artículo académico, Al biólogo Jesús Briones por su ayuda en la etapa de procesamiento de datos, a nuestros familiares, biólogos y amigos quienes fueron parte de nuestra etapa universitaria, los cuales fueron fundamentales para poder evolucionar de forma académica y personal.

Referencias

- Ahmad, U., Parveen, S., Abdel, H., Kabir, H., & Ganai, A. (2011). Zooplankton population in relation to physico-chemical parameters of Lal Diggi pond in Aligarh, India. *Biology and Medicine*, 3(2), 336-341.
- Allaire, J. J. (2011). *Studio: Integrated Development Environment for R*.
- Anderson, T. R., Hessen, D. O., & Mayor, D. J. (2021). Is the growth of marine copepods limited by food quantity or quality? *Limnology and Oceanography Letters*, 6, 127-133. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/lol2.10184>
- 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>
- Ayón, P., Ciales-Hernandez, M. I., Schwamborn, R., & y Hirche, H.-J. (2008). Zooplankton research off Peru: A review. *Progress in Oceanography*, 79(2), 238-255. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pocean.2008.10.020>
- 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/https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0226>
- Beaugrand, G., Reid, P. C., Ibañez, F. L., & Edwards, M. (2002). Reorganization of North Atlantic Marine Copepod Biodiversity and Climate. *Science*, 296(5573), 1692-1694. <https://doi.org/https://doi.org/10.1126/science.1071329>
- Botello, A. V., & Villanueva, S. (2017). *Vulnerabilidad de las zonas costeras de latinoamérica al cambio climático*. Jorge Gutiérrez y José Luis Rojas Galaviz (eds.).
- Bravo, E. (2014). *La Biodiversidad en el Ecuador*. Editorial Universitaria Abya-Yala.
- Bucheli, R., & Cajas, J. (2022). Spatial distribution of diversity and abundance of planktonic copepods in the Ecuadorian Pacific during October 2017. *Revista Acta Oceanográfica Del Pacífico*, 4(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.54140/raop.v4i2.62>
- Burkill, P. H., Mantoura, R. F., Llewellyn, C. A., & Owens, N. J. (1987). Microzooplankton grazing and selectivity of phytoplankton in coastal waters. *Marine Biology*, 93(4), 581-590.

- Cantos Montenegro, K. L., & Duque Marin, R. (2022). *Análisis poblacional de zooplancton en la zona nerítica de la provincia de Santa Elena, durante 2010-2020*. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8840>
- Cañete, J. I., Gallardo, C. S., Olave, C., Romero, M. S., Figueroa, T., & Haro, D. (2016). Abundance and spatial distribution of neustonic copepodits of *Microsetella rosea* (Harpacticoida: Ectinosomatidae) along the western Magellan coast, southern Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 44(3), 576-587. <https://doi.org/https://doi.org/10.3856/vol44-issue3-fulltext-16>
- Centro para la Biodiversidad Marina y la Conservación, A.C. (2024). *Área Marina del Archipiélago de Revillagigedo: Presente, pasado y futuro de la investigación marina*. La Paz, Baja California Sur, Mexico: F. Favoretto & E. Carone, Eds.
- Cheng, L., Abraham, J., & Trenberth, K. E. (2025). Record High Temperatures in the Ocean in 2024. *Advances in Atmospheric Sciences*, 42, 1092-1109. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00376-025-4541-3>
- Del Salto, M. B., Gálvez, H., & Regalado, J. (2014). Análisis del comportamiento climático de los últimos 30 años, en las costas de Esmeraldas, Manta y Puerto Bolívar durante la época húmeda. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 18(1), 9-19. <http://hdl.handle.net/1834/5746>
- Errazuriz, M. J., & Zambrano, J. (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]*. Repositorio digital. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/6950>
- 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. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jag.2024.103745>
- Fernández-de-Puelles, M. L. (2015). Orden Calanoida. *Revista IDE@-SEA*(89), 1-27. https://digital.csic.es/bitstream/10261/318127/4/Copepodos%20calanoides%20revista_89.pdf
- Flores, A. (2022). DIVERSIDAD DE ZOOPLANKTON EN EL LAGO TITICACA DURANTE LA EVALUACIÓN DE BIOMASA DE RECURSOS PESQUEROS, JULIO 2019. *Inf Inst Mar Perú*, 49(4). <https://repositorio.imarpe.gob.pe/bitstream/20.500.12958/5874/1/Informe%2049-4%20art%C3%ADculo%206.pdf>
- Forsblom, L., Stoffers, T., Lindén, A., Lehtiniemi, M., & Engström-Öst, J. (204). Warming drives phenological changes in coastal zooplankton. *Marine Biology*, 171(116). <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00227-024-04435-0>

- 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(1), 117-132.
- 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. <https://www.redalyc.org/pdf/578/57829975009.pdf>
- 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/https://doi.org/10.1016/j.jmsacl.2021.09.002>
- Johnson, W. S., & Allen, D. M. (2012). *Zooplankton of the Atlantic and Gulf Coasts. A Guide to Their Identification and Ecology. 2nd Ed.* Johns Hopkins Univ Press.
- Karmakar, S. R., Hossain, M. B., Sarker, M. M., Nur, A.-A. U., Habib, A., Paray, B. A., Al-Sadoon, M. K., Gulnaz, A., & Arai, T. (2022). Diversity and Community Structure of Zooplankton in Homestead Ponds of a Tropical Coastal Area. *Diversity*, 14(9). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/d14090755>
- Kindt, R. (2024). *BiodiversityR: Package for Community Ecology and Suitability Analysis. Version 2.16-1.*
- Madrid-Ibarra, F. d., & Falero-Alama, S. (2021). zooplancton registrado en los alrededores de la plataforma marina albacora en la provincia de Tumbes, región Tumbes, Perú. *BIOTEMPO*, 18(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.31381/biotempo.v18i2.4344>
- Márquez, B., Díaz-Ramos, José, Troccoli, L., Marín, B., & Varela, R. (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://doi.org/https://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572009000300019>
- Massuti, M., & Margalef, R. (1950). *Introducción al estudio del plancton marino*. CSIC - Patronato Juan de la Cierva de Investigación Científica y Técnica. <https://digital.csic.es/handle/10261/160705>
- Montilla, A., Mora, C., Durán, E., & Pastrán, F. (2024). Contribución al estudio de la geografía climática del Ecuador continental. *Revista Ciencia UNEMI*, 17(44), 237-248. <https://doi.org/https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol17iss44.2024pp237-248p>
- 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/https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2019.05.023>
- Paturej, E., Gutkowska, A., Koszałka, J., & Bowszys, M. (2017). Effect of physicochemical parameters on zooplankton in the brackish, coastal Vistula Lagoon. *Oceanologia*, 59(1), 49-56.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.oceano.2016.08.001>
- Pedersen, T. L., & RStudio. (2025). *ggforce: Accelerating “ggplot2” (Versión 0.5.0) [Software]*. <https://cran.r-project.org/web/packages/ggforce/index.html>
- Pomerleau, C., Sastri, A., & Beisner, B. (2015). Functional trait diversity in zooplankton as a means of detecting interannual changes in community structure and function in the northeast subarctic Pacific Ocean. *Journal of Plankton Research.*, 37(4), 712-726. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/plankt/fbv045>
- Quijije, L., Alió, J., Napa, J., & Del Valle, D. (2020). Abundancia, composición y diversidad del zooplankton en la zona de Cojimíes – Manabí, durante los meses de mayo a octubre del 2018. *Dominio de las Ciencias*, 6(3), 735-756. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8231628>
- Scharfe, M., & Wiltshire, K. (2019). Modeling of intra-annual abundance distributions: constancy and variation in the phenology of marine phytoplankton species over five decades at Helgoland Roads (North Sea). *Ecological Modelling*, 404, 46-60. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2019.01.001>
- South, A., Michael, S., & Massicotte, P. (2017). *rnaturalearthdata: World Vector Map Data from Natural Earth Used in “rnaturalearth” [Dataset]*. *The R Foundation*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.32614/cran.package.rnaturalearthdata>
- Spinelli, M. L. (2013). *Ecología del mesozooplankton (Appendicularia y Copepoda) en aguas costeras Norpatagónicas (42°-46°S): Ciclo anual y relaciones tróficas [Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales]*. Repositorio digital.
https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/collection/tesis/document/tesis_n5521_Spinelli
- Steinberg, D., & Landry, M. (2017). Zooplankton and the ocean carbon cycle. *JOUR*, 9(1), 413-444.
- Trejo-Albarrán, R., Martínez-Zavala, A., Granados-Ramírez, J. G., Gómez Márquez, J. L., & Trujillo-Jiménez, P. (2022). Variación del zooplankton en dos lagos urbanos ubicados en parques recreativos en el estado de Morelos, México. *Acta universitaria*, 32, 1-16. <https://doi.org/https://doi.org/10.15174/au.2022.3309>
- Turner, J. T. (2004). The Importance of Small Planktonic Copepods and Their Roles in Pelagic Marine Food Webs. *Zoological Studies*, 43(2), 255-266.

- Ueda, H., Kuwahara, A., Tanaka, N., & Azeta, M. (1983). Underwater observations on copepod swarms in temperate and subtropical waters. *Marine Ecology Progress Series*, 11, 165-171.
- Vilain, M., Goberville, E., Vincent, D., Benedetti, F., & Olivier, F. (2025). Diel Vertical Migration Shapes North Atlantic Copepod Bioregions. *Journal of Biogeography*, 52(6). <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jbi.15120>
- Wickham, H. (2005). reshape: Flexibly Reshape Data [Dataset]. *The R Foundation*. <https://doi.org/https://doi.org/10.32614/cran.package.reshape>
- Wickham, H. (2023). *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. v., Posit, & PBC. (2025). *ggplot2: Create Elegant Data Visualisations Using the Grammar of Graphics (Versión 3.5.2) [Software]*. <https://doi.org/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/https://doi.org/10.32614/cran.package.treemapify>
- Zurita, G., & Vásquez, M. (2018). Políticas de Responsabilidad Social Empresarial en el sector de la pesca artesanal en Jaramijó (Ecuador). *Revista Latina de Sociología (RELASO)*, 8(1), 13-25. <https://doi.org/https://doi.org/10.17979/relaso.2018.8.1.3295>