



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 San Mateo-Manabí durante los meses de Julio de 2023 a febrero de 2024.

Autores

Errazuriz Carrillo María José

Zambrano Baque Jhonikel Manuel

Periodo Lectivo

2024 – 202

Tutor: Blg. Quijije López Luber Javier Mg.

Declaración de autoría

Nosotros, Errazuriz Carrillo María José y Zambrano Baque Jhonikel Manuel declaramos que hemos contribuido a la realización del trabajo de titulación bajo la modalidad de Artículo Académico previo a la obtención del título de Biólogo, con tema: Biomasa, diversidad y abundancia del zooplancton en la zona de San Mateo-Manabí durante los meses de agosto de 2023 a febrero de 2024. Hemos revisado la versión final del manuscrito y aprobamos su presentación para su publicación. También garantizamos que este trabajo es original, no ha sido publicado previamente y no está bajo consideración para su publicación en otro lugar. Además, declaramos que no tenemos conflictos de interés en relación con este trabajo.

Firma.




Errazuriz Carrillo María José

C.I. 0952673069



Zambrano Baque Jhonikel Manuel

C.I. 1316362449

 Uleam UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO	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:

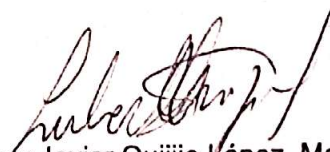
Haber dirigido y revisado el trabajo de investigación, bajo la autoría del estudiante **Errazuriz Carrillo María José**, legalmente matriculado/a en la carrera de Biología, período académico 2024-2025, cumpliendo el total de **384 horas**, bajo la opción de titulación de artículo académico, cuyo tema del proyecto es "Biomasa, diversidad y abundancia del zooplancton en la zona de San Mateo-Manabí durante los meses de julio 2023 a febrero 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, 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.

Manta, 06 de enero de 2025.

Lo certifico,



Blg. Luber Javier Quijije López, Mg.

Docente Tutor

Área: Oceanografía costera




FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS
CARRERA BIOLOGÍA

Modalidad de Artículo Académico

Biomasa, diversidad y abundancia del zooplancton en la zona de San Mateo-Manabí durante los meses de Julio de 2023 a febrero de 2024

AUTORES

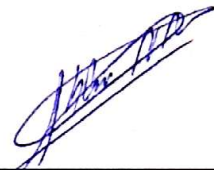
Errazuriz Carrillo María José & Zambrano Baque Jhonikel Manuel



Dra. Dolores Muñoz Verduga, PhD.
Presidente del Tribunal de Titulación



Blga. Maribel Carrera Fernandez, PhD
Miembro Tribunal de Titulación



Blgo. Klever Mendoza Nieto, PhD
Miembro Tribunal de Titulación

Manta, Manabí, Ecuador

Jueves, 13 de febrero de 2025

Biomasa, diversidad y abundancia del zooplancton en la zona de San Mateo-Manabí durante los meses de julio de 2023 a febrero de 2024

Errazuriz Carrillo María José¹, Zambrano Baque Jhonikel Manuel¹

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

Correo institucional: e0952673069@live.uleam.edu.ec , e1316362449@live.uleam.edu.ec

RESUMEN

El zooplancton desempeña un papel vital en la red trófica; ubicado en el segundo nivel, este continúa la transferencia de energía que se inicia con los productores primarios. Asimismo, están vinculados directamente con la actividad pesquera e indican ecosistemas saludables. 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 San Mateo desde julio de 2023 hasta febrero de 2024 utilizando el método de arrastres con redes de 300 µm aproximadamente 10 minutos en cada estación durante las horas diurnas y nocturnas semanales. Se midió la temperatura superficial del mar (TSM), pH y análisis de carbonatos totales (carbonato y bicarbonatos). La TSM no presentó tanta influencia en la abundancia de estos organismos, sin embargo, obtuvo un promedio general de 27,51 °C. Además, se observó que el pH y los carbonatos presentaron una correlación significativamente negativa con la abundancia de zooplancton, con un promedio general de 8,37 para el pH Y 0,18 en carbonatos para ambos ciclos. La abundancia del zooplancton durante el período diurno fue de 11,32 org/m³, mientras que durante el período nocturno se registró 11,29 org/m³. Las pruebas estadísticas realizadas evidencian que no existen diferencias significativas entre los periodos diurno y nocturno. En el estudio se registraron un total de 17 especies, distribuidas en 3 filos: *Chaetognatha*, *Annelida* y *Arthropoda*, siendo este último el filo con mayor frecuencia de aparición. Estos hallazgos contribuyen a una mejor comprensión de la dinámica de los ecosistemas acuáticos y la influencia de variables ambientales en la estructura de la comunidad zooplanctónica. Se concluye prevé que el aumento de la temperatura no tendrá una influencia en la abundancia de zooplancton, mientras que el pH y los carbonatos muestran una correlación negativa.

Palabras clave: Ecuador, Manabí, Organismos planctónicos, Red trófica Zona costeras, Zooplancton

Zooplankton biomass, diversity and abundance in the SanMateo-Manabí area during July 2023 to February 2024

ABSTRACT

Zooplankton play a vital role in the food web; located at the second level, they continue the transfer of energy that begins with primary producers. They are also directly linked to fishing activity and indicate healthy ecosystems. The objective of this research is to examine the relationship between the abundance, composition and diversity of zooplankton with different environmental parameters during a specific period of time. The study was conducted in the coastal/coastal region of San Mateo from July 2023 to February 2024 using the trawl method with 300 µm nets approximately 10 minutes at each station during the weekly day and night hours. Sea surface temperature (SST), pH and total carbonate (carbonate and bicarbonate) analysis were measured. The SST did not have as much influence on the abundance of these organisms, however, it obtained an overall average of 27.51 °C. In addition, it was observed that pH and carbonates presented a significantly negative correlation with zooplankton abundance, with an overall average of 8.37 for pH AND 0.18 in carbonates for both cycles. Zooplankton abundance during the diurnal period was 11.32 org/m³, while 11.29 org/m³ was recorded during the nocturnal period. Statistical tests showed that there were no significant differences between the daytime and nighttime periods. A total of 17 species were recorded in the study, distributed in 3 phyla: *Chaetognatha*, *Annelida* and *Arthropoda*, the latter being the phylum with the highest frequency of occurrence. These findings contribute to a better understanding of the dynamics of aquatic ecosystems and the influence of environmental variables on zooplankton community structure. It is concluded that the increase in temperature is not expected to have an influence on zooplankton abundance, while pH and carbonates show a negative correlation.

Key words: Coastal zone, Ecuador, Manabí, Trophic network, Planktonic organisms, Zooplankton.

INTRODUCCIÓN

El zooplancton desempeña un papel fundamental en la estructura y función de los ecosistemas. A pesar de su tamaño, su abundancia y diversidad influyen drásticamente en su entorno debido a su capacidad para controlar las poblaciones de fitoplancton mediante la depredación (Bonecker et al., 2017).

Las zonas costeras son reconocidas entre los ambientes de más alta productividad y diversidad de recursos naturales; son importantes no solo por su productividad biológica, sino también económica (Botello et al., 2017). Además, los ambientes costeros se caracterizan por poseer una heterogeneidad espacial: Cambios de salinidad, cantidad de nutrientes altos y variaciones de temperatura acompañadas de la presencia de diferentes corrientes. Sin embargo, estas zonas han tenido cambios negativos que afectarán a largo plazo a muchos grupos de organismos, desde fitoplancton hasta zooplancton (Anadón, 2005). A causa de esto, estudiar las comunidades de ecosistemas acuáticos es de suma importancia, pues la cantidad de conocimiento acumulado sobre una región puede marcar la diferencia entre conservar o perder estos ecosistemas (López-Mendoza et al., 2015).

El estado de los ecosistemas acuáticos puede ser evaluado mediante diversas variables, algo que recalca la importancia de estudiar los parámetros fisicoquímicos.

Estos parámetros proporcionan información detallada sobre la naturaleza de las especies químicas presentes en el agua y sus propiedades físicas; sin embargo, no ofrecen datos sobre su impacto en la biota acuática. Por otro lado, los métodos biológicos son fundamentales para entender la influencia de estos parámetros en los organismos acuáticos, pero no identifican de manera directa los contaminantes responsables de la degradación del ecosistema.

En consecuencia, muchos investigadores sugieren la integración de ambos enfoques en la evaluación de los recursos hídricos, lo que permitiría una comprensión más completa del estado de la calidad del agua y sus efectos en los ecosistemas (Alfayate et al., 2004).

La parroquia de San Mateo es una zona rural de la ciudad de Manta que forma parte de la provincia de Manabí. La población, en su mayoría, se dedica a la pesca artesanal. Esta actividad, basada en el aprovechamiento de los recursos marinos, generan los principales ingresos económicos para la parroquia.

Este estudio tiene como objetivo establecer la biomasa, la diversidad y la abundancia del zooplancton en la región costera de San Mateo-Manabí, durante los meses de julio 2023 a febrero de 2024, así como su vínculo con los parámetros ambientales, con el objetivo de aportar a la elaboración de un plan de gestión y supervisión ambiental en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

La investigación tuvo lugar en el Puerto Pesquero perteneciente a la parroquia San Mateo (0° 57' 20" S, 80° 48' 31" O), realizándose un desplazamiento en una embarcación pequeña (lancha artesanal).

La región o zona de estudio se percibe como de gran relevancia económica, manteniéndose vinculada directamente con la actividad pesquera, y reconociéndose como una localidad de pescadores.

MUESTREOS DE ZONA

En este estudio se llevaron a cabo arrastres superficiales n=48, desde julio de 2023 hasta febrero de 2024, agrupados en arrastres diurnos (07:00 a 09:00 AM) y arrastres nocturnos (19:00 a 21:00 PM).

Para realizar este trabajo de investigación, se diseñaron dos transectos paralelos a la costa y dos transectos perpendiculares a la costa en la primera y segunda milla náutica (**Fig. 1**)

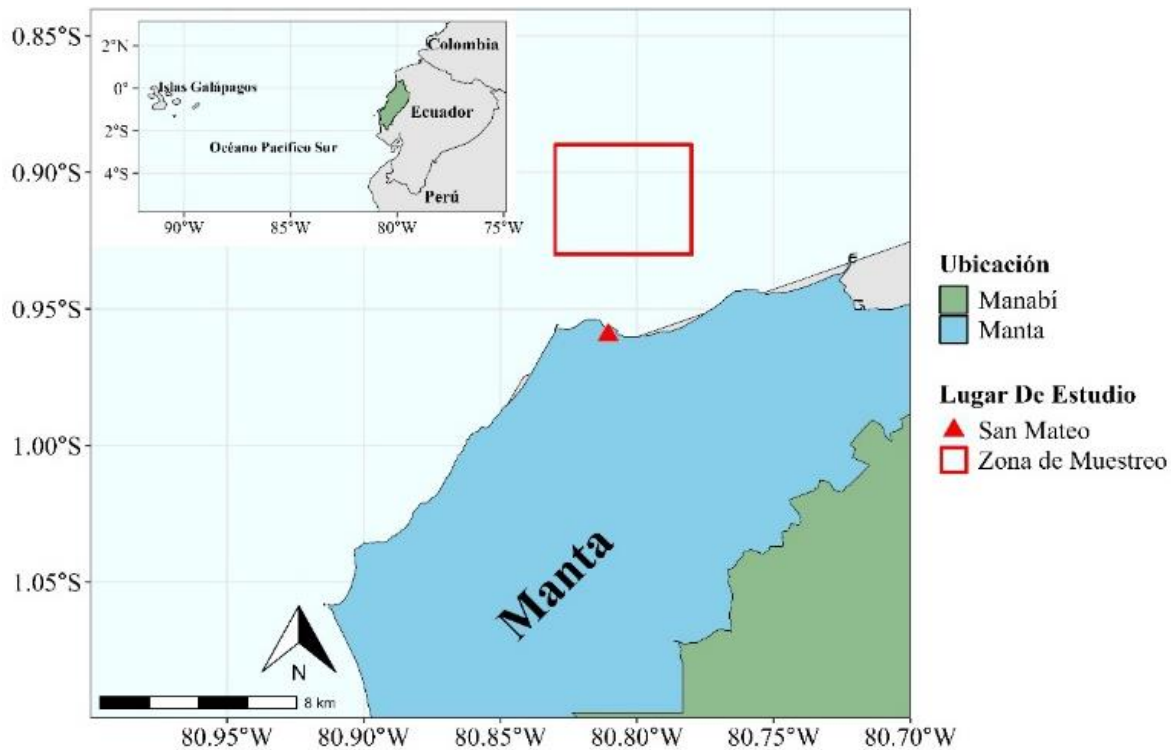


Figura 1. Zona de estudio

La red se desplazó desde una embarcación de 7.5 metros de longitud y un motor de 40 HP. Todos los desplazamientos se efectuaron en el primer metro de la columna de agua y se prolongó durante 10 minutos a una velocidad promedio de 2 m/s, la cual variaba conforme a factores como el viento y corrientes.

La red cónica cuenta con una luz de malla de 300 μm , con un diámetro de 58.3 cm y una longitud de 200 cm. Se obtuvieron las coordenadas de los sitios de inicio y final del arrastre usando la herramienta Phyphox, al igual que la longitud que separa estos puntos.

Las muestras de zooplancton se ubicaron en recipientes de 2000 ml de plástico y se conservaron con una solución de formaldehído al 4%, buferada con tetraborato de sodio. Posteriormente, fueron refrigeradas y llevadas en contenedores isotérmicos hasta el laboratorio de la carrera de biología de la Facultad de Ciencias de la Vida y la Tecnología de la ULEAM, en Manta, para su análisis futuro.

Los datos ecológicos evaluados incluyeron: temperatura superficial marina (TSM) y pH. Utilizando un modelo multiparamétrico C600 con un error de ± 0.01 . Se tomaron ejemplares de agua marina para su estudio fisicoquímico (carbonatos y bicarbonatos).

TRABAJO DE LABORATORIO

Después de homogeneizar cada muestra y extraer alícuotas con una jeringa de 1 ml de capacidad, se estimó la abundancia de organismos. Para medir el zooplancton, se empleó un portaobjetos cuadrado que permitió contar los organismos de manera secuencial, comenzando desde los cuadrados, de izquierda a derecha, y terminando con el total de organismos presentes en la muestra

$$Aa = \frac{N_0 * N_p}{N_c}$$

Donde:

A_a = abundancia de organismos en la alícuota

N_0 = cantidad de ejemplares encontrados

N_p = número de casillas en el portaobjeto

N_c = número de cuadros contados

La densidad global de organismos en el mar (org/m^3) se calculó usando la siguiente ecuación:

$$D = \frac{A_a * V_m}{V_f}$$

Donde:

D = densidad de organismos (org/m³)

V_m =volumen de la muestra

V_f = volumen filtrado con la red

Para identificar los organismos, se colocó 1 mililitro de la muestra en un portaobjetos y se observó con un microscopio estereoscópico modelo Luxeo 4D de Labomed. Para la identificación de las especies, se empleó el libro digital (Johnson & Allen, 2005).

La biomasa de plancton, expresada en org/m³, se estimó filtrando toda la muestra en una malla de 30 µm, lo que resultó en la biomasa de zooplancton por volumetría. El volumen total de la muestra se calculó dividiendo el valor del agua filtrada.

Para la saber la presencia de carbonatos y bicarbonatos se empleó el método de Baird (Apaza Paco & Espada Silva, 2018) para estimar el nivel de alcalinidad de aguas. Los carbonatos se determinaron titulando una muestra con una solución de HCL 0.1 N, usando como referencia la fenolftaleína. Posteriormente, los bicarbonatos se obtuvieron también con titulación a la muestra usando como indicador el verde de bromocresol

Carbonato

$$meq/LCO_3 = \frac{2V1 * N * 1000}{ml\ muestra}$$

Bicarbonato

$$meq/LHCO_3 = \frac{2V2 * N * 1000}{ml\ muestra}$$

Donde:

V1= ml de HCL gastados con fenolftaleína

V2 = ml de HCL gastados con verde bromocresol

N = normalidad de HCL usado

Todas las pruebas estadísticas y los gráficos fueron realizados en el programa R studio (Allaire, 2011). Adicionalmente se utilizaron los siguientes packages: RMarkdown (Homles et al., 2021), BiodiversityR (Kindt, 2024), ggplot2 (Wickham et al., 2024), ggforce (Pedersen & RStudio, 2024), Rnaturalearth (Soliño et al., 2024), Raster (Feng & Koch, 2024), RColorBrewer (Liu et al., 2024), treemapify (Levy et al., 2023), ggthemes (J. Wang et al., 2024), plyr (Pohl, 2019), GGally (Ogłuszka et al., 2019) y reshape (C. Wang et al., 2024).

RESULTADOS

Abundancia por especie

Las especies prevalentes en los periodos nocturno y diurno presentan similitudes. En el periodo diurno, las especies más abundantes fueron *Corycaeus ovalis*, *Calanoides acutus* y *Artemia salina*, en ese mismo orden. Las especies observadas con menor frecuencia incluyeron *Pachycheles rudis*, *Pelagobia longicirrata* y *Evadne nordmanni* (Fig 2).

Durante el periodo nocturno, *Artemia salina* se destacó como la especie más abundante, seguida por *Calanoides acutus* y *Corycaeus anglicus*. En cambio, las especies menos frecuentes en este periodo fueron *Pachycheles rudis*, *Evadne nordmanni* y *Pelagobia longicirrata* (Fig. 3).

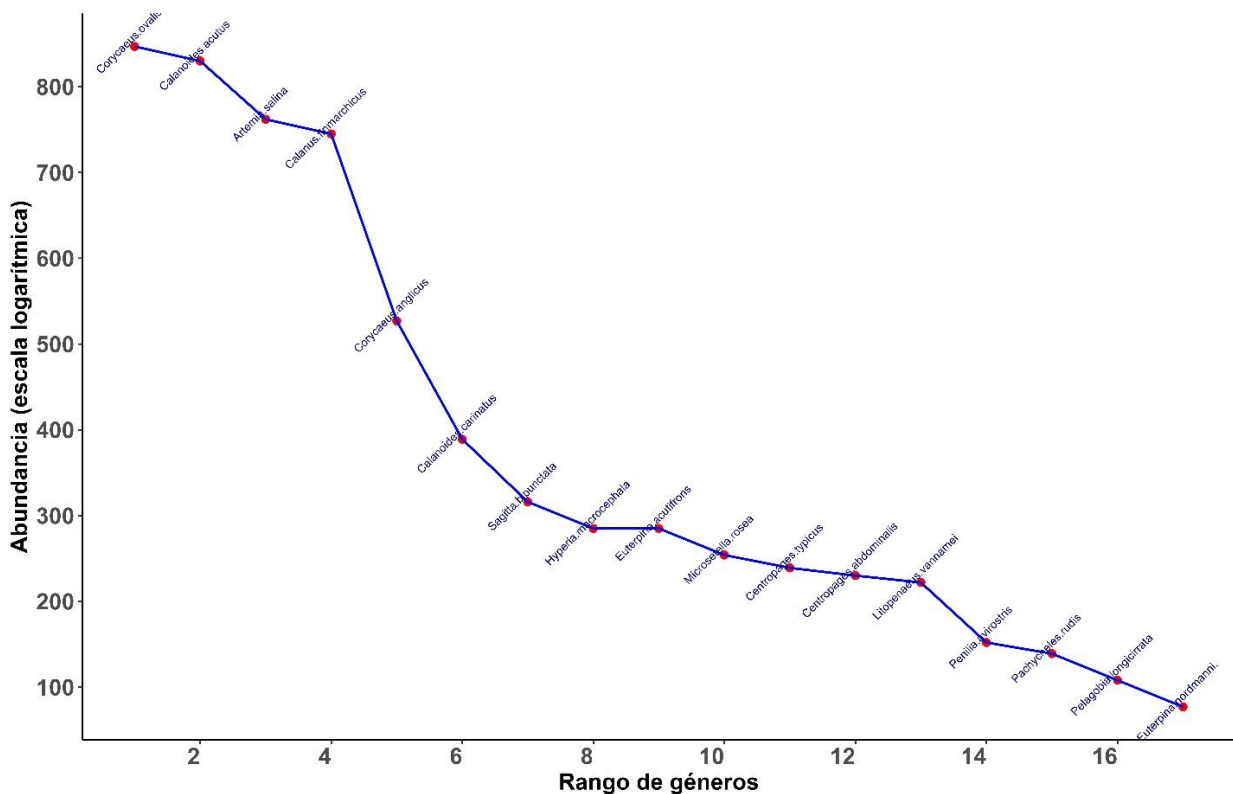


Figura 2. Rango-abundancia de zooplancton en el periodo diurno

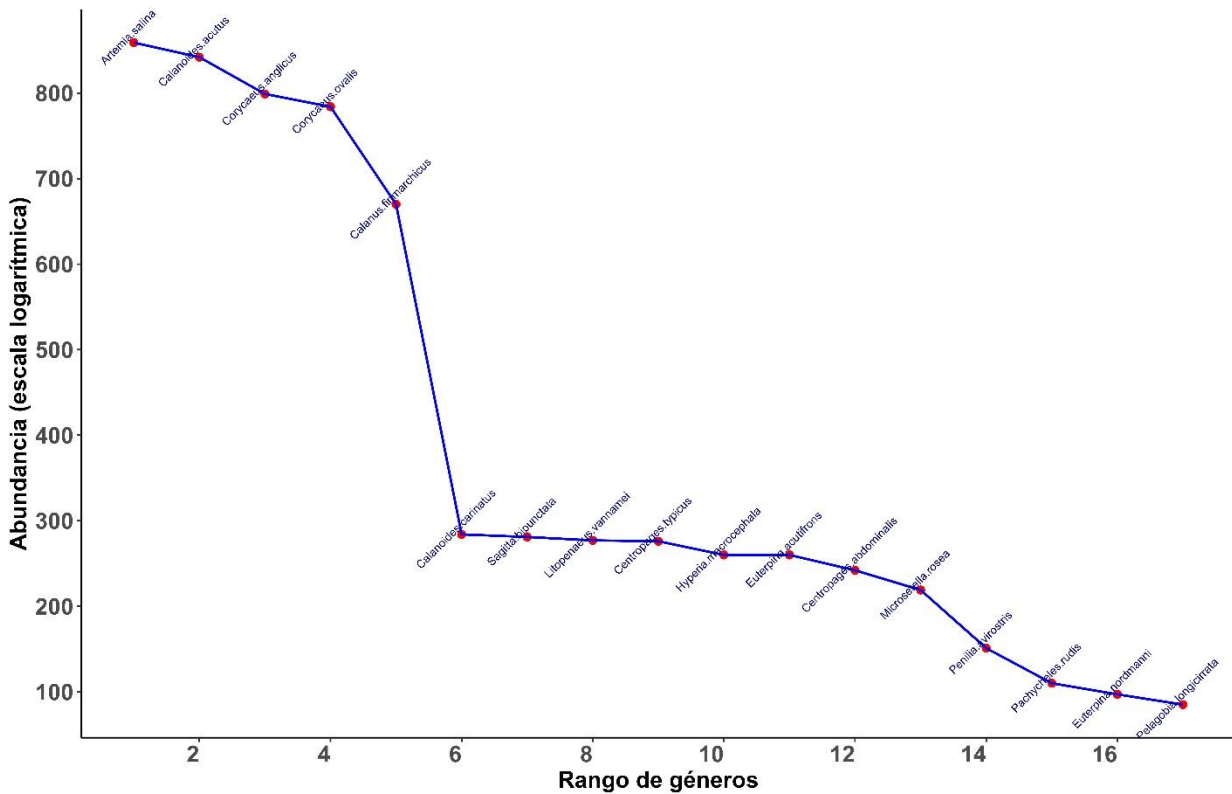


Figura 3. Rango-abundancia de zooplancton en el periodo nocturno

La curva de rarefacción indica que el esfuerzo de muestreo durante el periodo de monitoreo es adecuado, lo cual se verifica a través de la estabilidad de las curvas en las series, que se mantienen a pesar del aumento en el número de muestreos. El gráfico de curvas de rarefacción muestra el número de especímenes capturados durante todo el muestreo en el eje X, y el número de especies acumuladas conforme se completa el muestreo en el eje Y.

En el periodo diurno, las semanas 1, 3, 4, 6 y 7 presentan una menor abundancia, lo que requiere un mayor esfuerzo para su estudio. En cuanto al periodo nocturno, se observa que las semanas 2, 4 y 6 también presentan una menor abundancia de especies, lo que implica la necesidad de un mayor esfuerzo de muestreo para alcanzar un análisis más exhaustivo de esos períodos (**Fig. 4 y 5**)

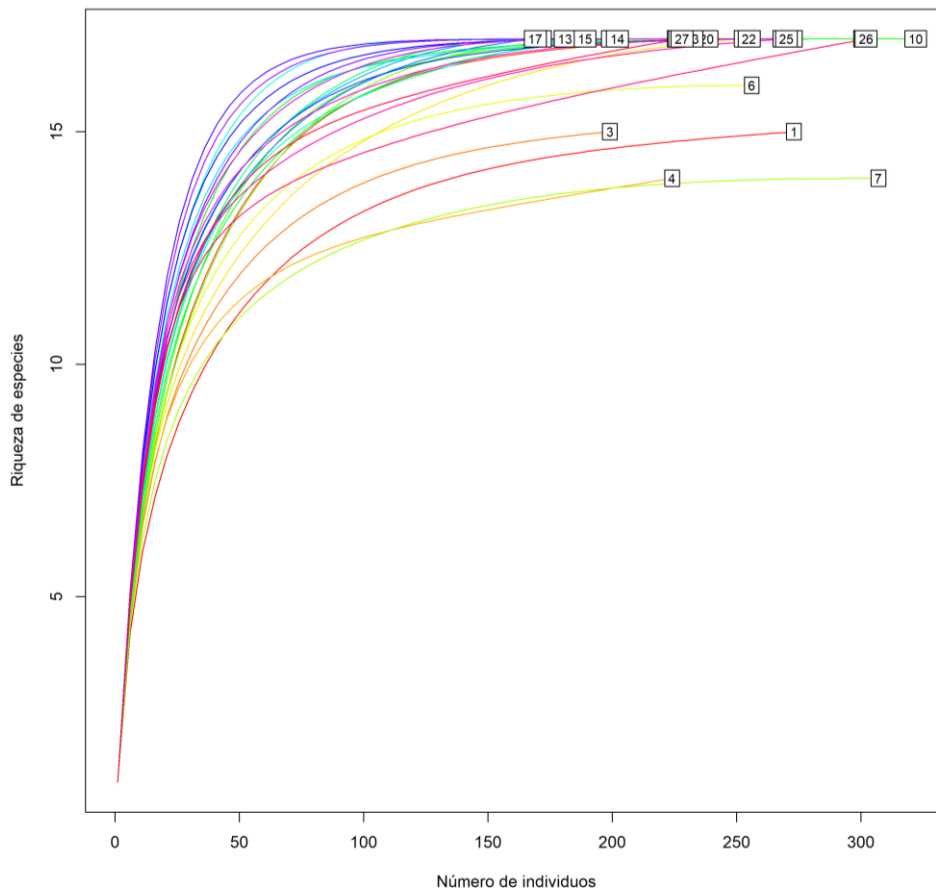


Figura 4. Curva de rarefacción riqueza de especies en el periodo diurno

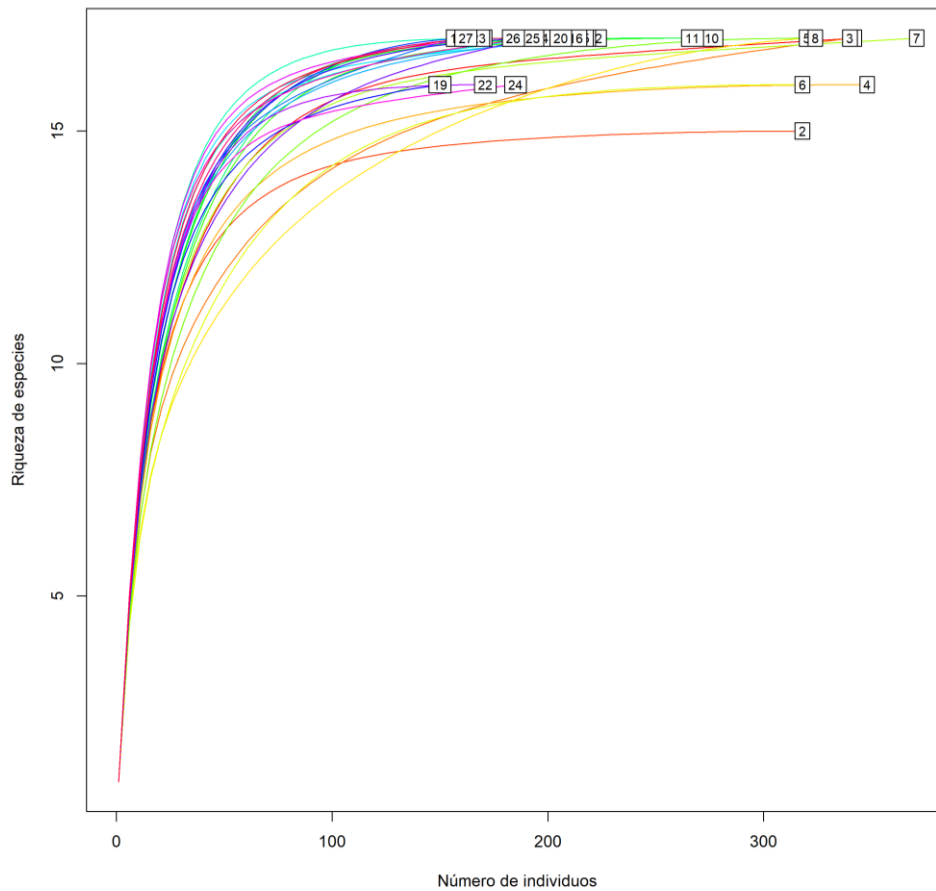
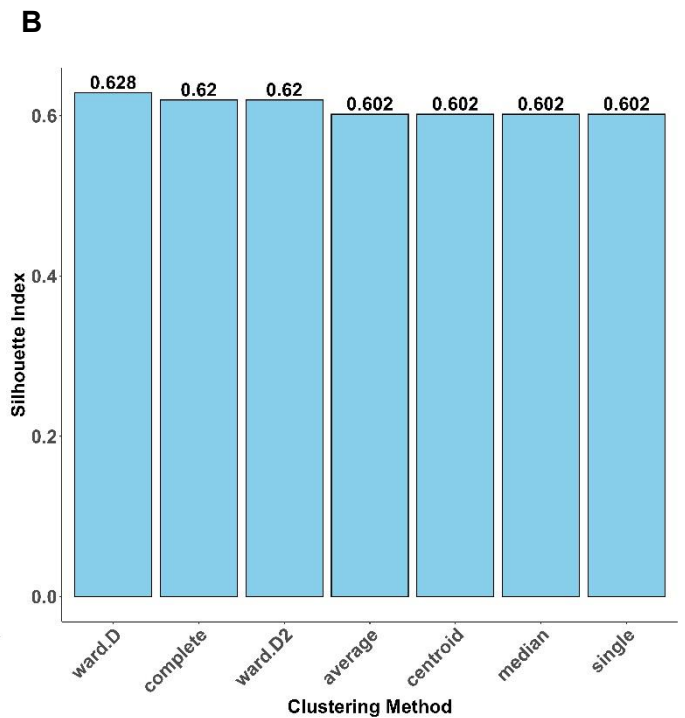
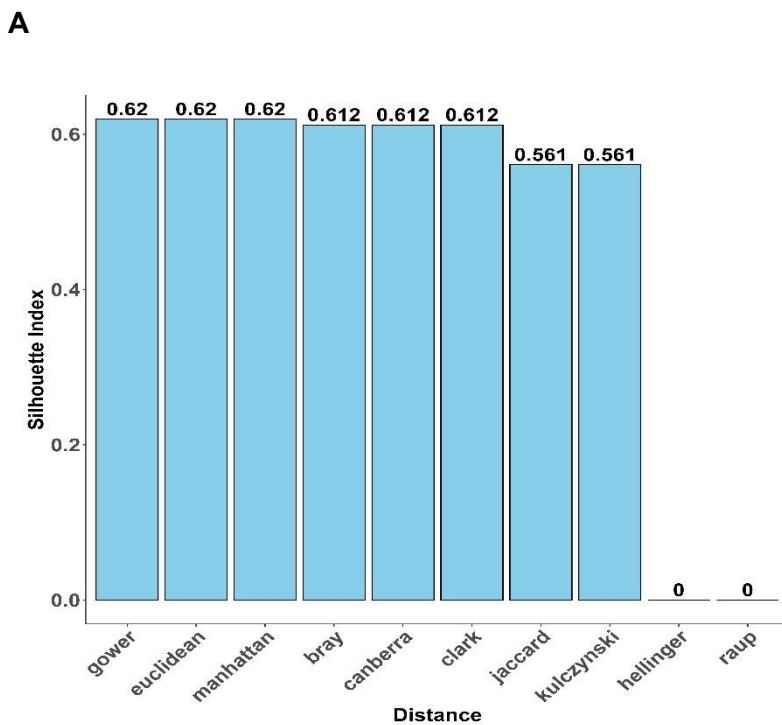


Figura 5. Curva de rarefacción riqueza de especies en el periodo diurno

Distribución por especies

El método de Ward D se destaca como el más adecuado para la formación de clústeres, mientras que el índice de Gower lo es para la distancia. El análisis de similitud mediante conglomerados de las especies reveló la existencia de grupos que reflejan variaciones en abundancia y composición. El grupo predominante está compuesto por *Calanoides acutus* y *Corycaeus ovalis*, que presentaron abundancias superiores y tienen interacción entre sí.

Por último, un tercer grupo, caracterizado por una baja abundancia, incluye a *Evadne nordmanni*, *Pelagobia longicirrata*, *Penilia avirostris* y *Pachycheles rudis*, estos interactúan más entre este mismo grupo, sin embargo, no tienen una interacción constante con los organismos del grupo predominante, puesto que están distribuidos a 800 cm. Este patrón de distribución sugiere diferencias significativas en la dinámica poblacional entre las especies analizadas (Fig. 6).



C

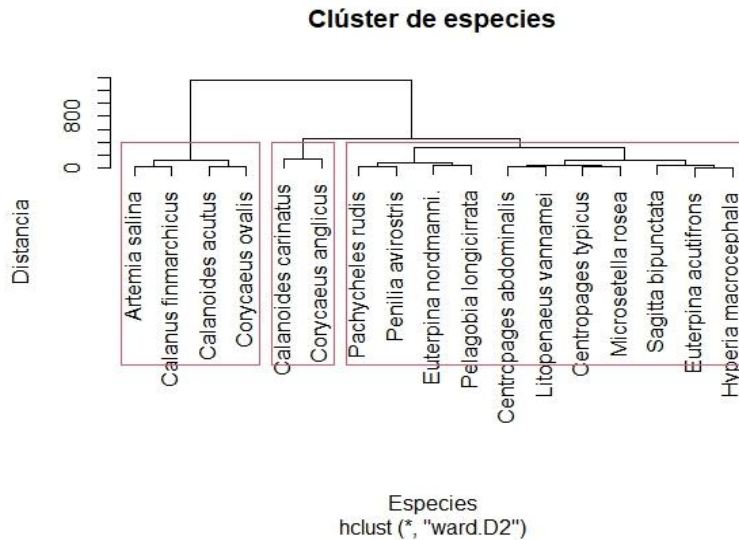


Figura 6. A Índice de distancia. B Índice de los métodos de clúster. C Relación- similitud de abundancia entre las especies en el periodo diurno

En cuando en el periodo nocturno la comparación de los modelos analíticos indica que el índice de Bray proporciona el mejor ajuste para la representación gráfica del dendrograma en términos de distancia, mientras que el método de Ward D 2 se destaca como el más adecuado para la agrupación de clústeres.

El análisis de similitud de las especies reveló la formación de grupos que reflejan variaciones en abundancia y composición. El grupo predominante está constituido por *Calanoides acutus*, *Artemias salinas*, *corycaeus anglicus* que presentaron abundancias mayores y tambien una interacción mayor entre ellos. Finalmente, tenemos un tercer grupo, caracterizado por su baja abundancia, incluye a *Evadne nordmanni*, *Pelagobia longicirrata*, *Penilia avirostris* y *Pachycheles rudis*, en cambio estos organismos no tuvieron una interacción con los organismos de mayor presencia de abundancia. Pero en comparación al periodo diurno su distribución fue menor (**Fig.7**).

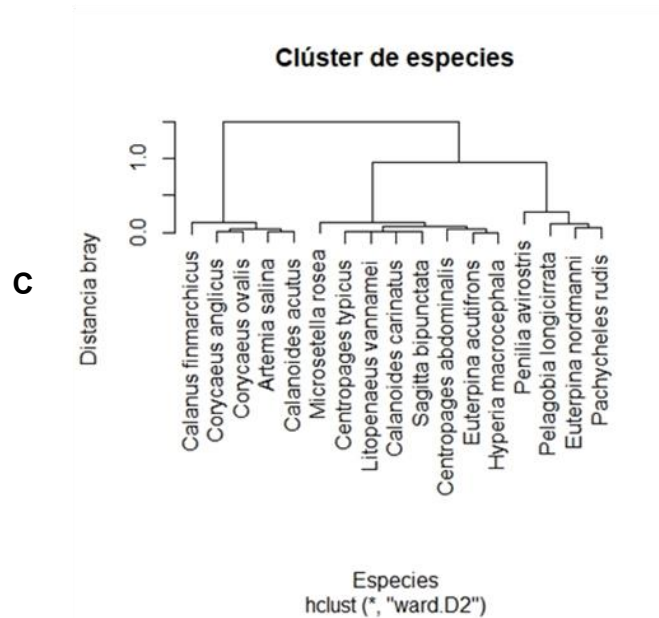
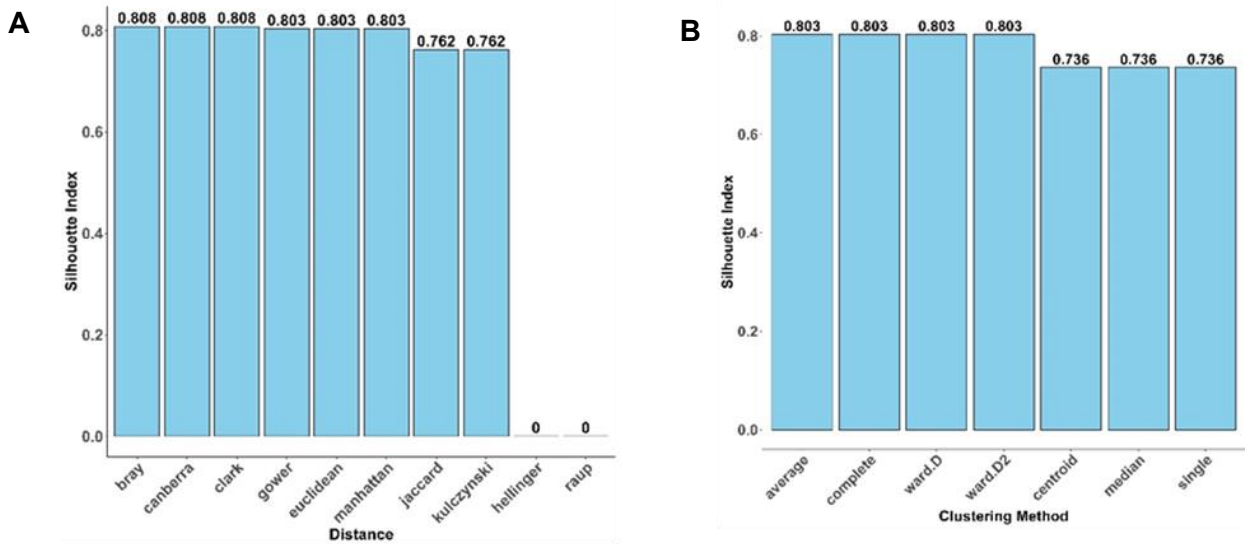


Figura 7. A Índice de distancia. B Índice de los métodos de clúster. C Relación- similitud de abundancia entre las especies en el periodo diurno

Además, en el período diurno de muestreo, se observó que *Artemia salina* fue una de las especies más constantes, especialmente en la semana siete. Por su parte, *Calanus finmarchicus* mostró una presencia notable en la semana nueve, mientras que *Corycaeus anglicus* fue registrado de manera continua en la semana uno.

Estas especies se destacaron por su abundancia y regularidad en el día, lo que sugiere una adaptación favorable a las condiciones ambientales, a diferencia de la especie *Evadne nordmanni* que presentó una frecuencia de observación significativamente menor a lo largo de varias semanas (**Fig. 8**). Por otro lado, en el periodo nocturno, se observaron resultados similares, destacando que *Corycaeus anglicus* fue registrado de manera constante en la semana seis. *Calanoides acutus* mostró una mayor regularidad en la semana cuatro, mientras que *Artemia salina* también presentó una presencia notable. En contraste, las especies con observaciones menos regulares incluyeron a *Evadne nordmanni*, *Pelagobia longicirrata* y *Pachycheles rudis*.

Esta variabilidad en la presencia de las especies sugiere diferencias en la dinámica poblacional y en las condiciones ecológicas que podrían estar influyendo en su distribución (**Fig. 9**).

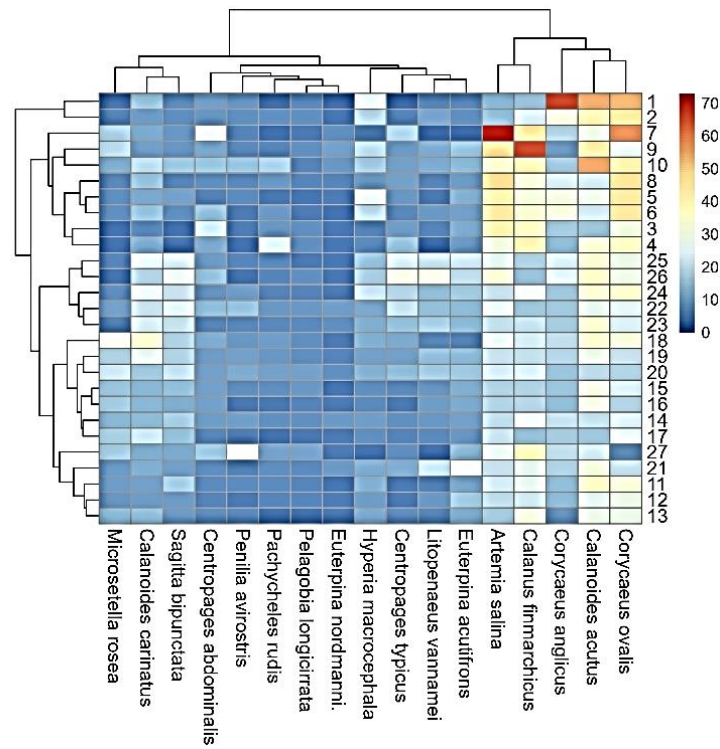


Figura 8. Presencia de especies en el periodo diurno de cada semana

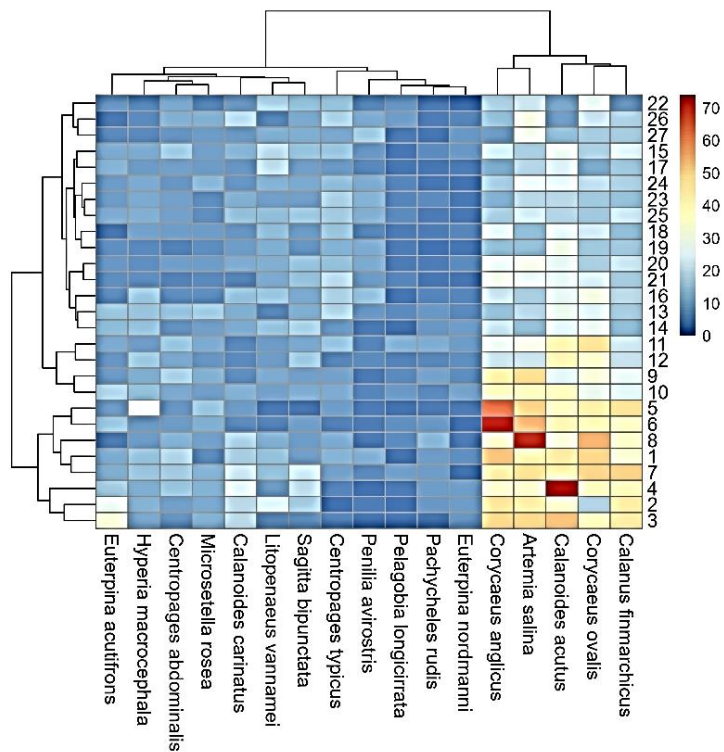


Figura 9. Presencia de especies en el periodo nocturno de cada semana

En la tabla de porcentajes se muestra que la especie *corycaeus ovalis* tiene más presencia en la zona de estudio con un 13.80 % en el periodo diurno. Además, observamos que las especies *Calanoides acutus* (13.50%), y *Artemia salina* (12.10%) son las siguientes más observadas de este periodo (**Fig.10**). En cuanto al periodo nocturno, la especie que tiene mayor presencia es *Artemia salina* y le sigue *Calanoides acutus* (**Fig. 11**).

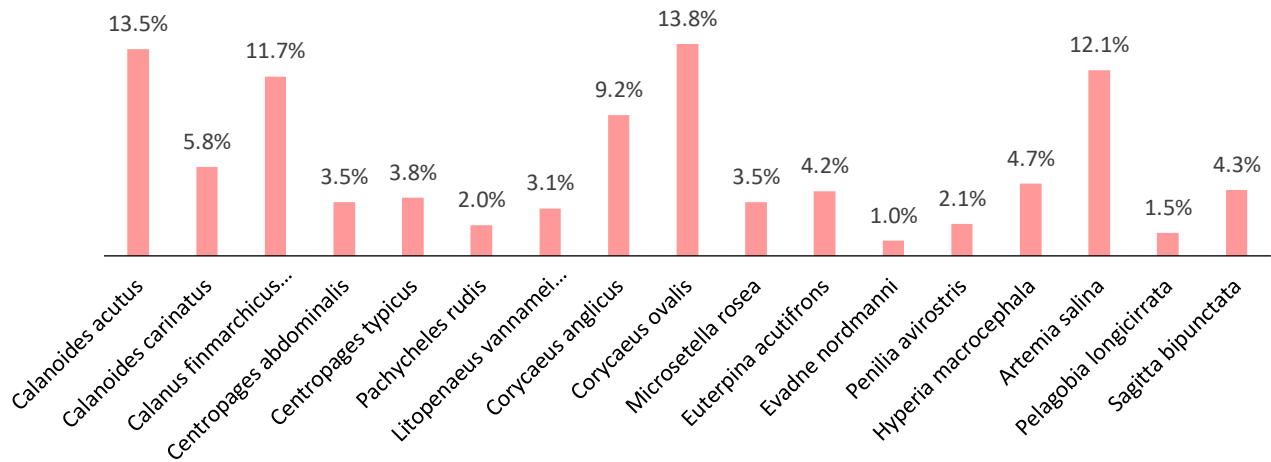


Figura 10. Porcentaje de abundancia de especies en el periodo diurno

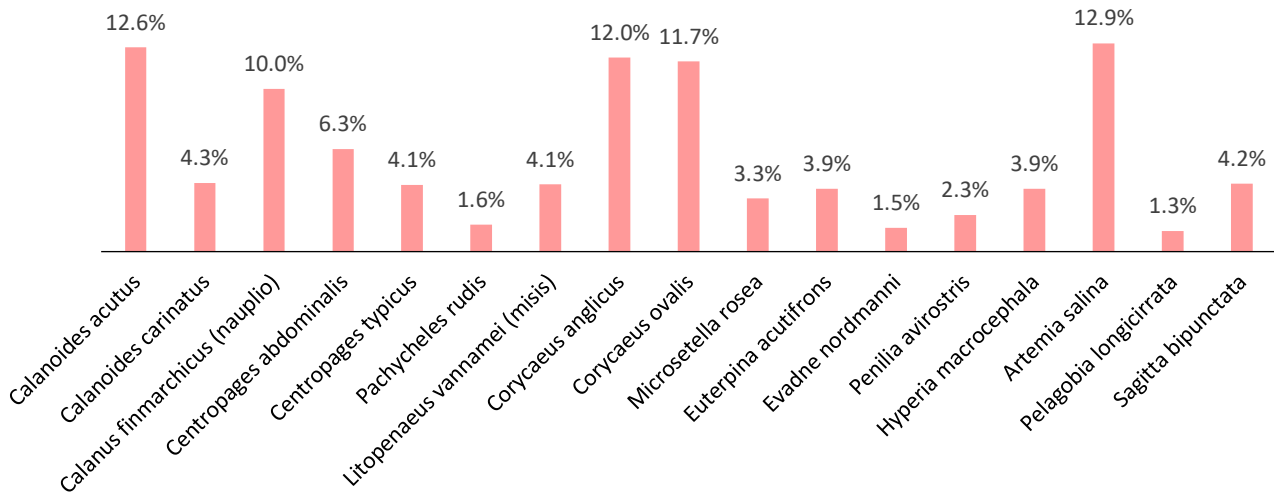


Figura 11. Porcentaje de abundancia de especies en el periodo nocturno

Tabla de composición

Taxas		Abundancia - Día		Abundancia - Noche	
Phylum	Especie	Absoluta (No.)	Relativa (%)	Absoluta (No.)	Relativa (%)
Arthropoda	<i>Calanoides acutus</i>	750	13,5%	842	12,6%
	<i>Calanoides carinatus</i>	320	5,8%	284	4,3%
	<i>Calanus finmarchicus (nauplio)</i>	652	11,7%	670	10,0%
	<i>Centropages abdominalis</i>	194	3,5%	424	6,3%
	<i>Centropages typicus</i>	213	3,8%	276	4,1%
	<i>Pachycheles rudis</i>	110	2,0%	110	1,6%
	<i>Litopenaeus vannamei (misis)</i>	173	3,1%	277	4,1%
	<i>Corycaeus anglicus</i>	512	9,2%	799	12,0%
	<i>Corycaeus ovalis</i>	768	13,8%	784	11,7%
	<i>Microsetella rosea</i>	196	3,5%	219	3,3%
	<i>Euterpina acutifrons</i>	236	4,2%	260	3,9%
	<i>Evadne nordmanni</i>	55	1,0%	97	1,5%
	<i>Penilia avirostris</i>	117	2,1%	151	2,3%
	<i>Hyperia macrocephala</i>	260	4,7%	260	3,9%
Annelida	<i>Artemia salina</i>	674	12,1%	859	12,9%
	<i>Pelagobia longicirrata</i>	83	1,5%	85	1,3%
Chaetognatha	<i>Sagitta bipunctata</i>	241	4,3%	281	4,2%
Total		5554	100%	6678	100%

La tabla de porcentaje general muestra que la especie *Calanoides acutus* tiene más presencia en la zona de estudio con un 13.05%. Además, observamos que las especies *Corycaeus ovalis* (12.77%), y *Artemia salina* (12.48%) son las siguientes más observadas en ambos periodos (**Fig. 12**).

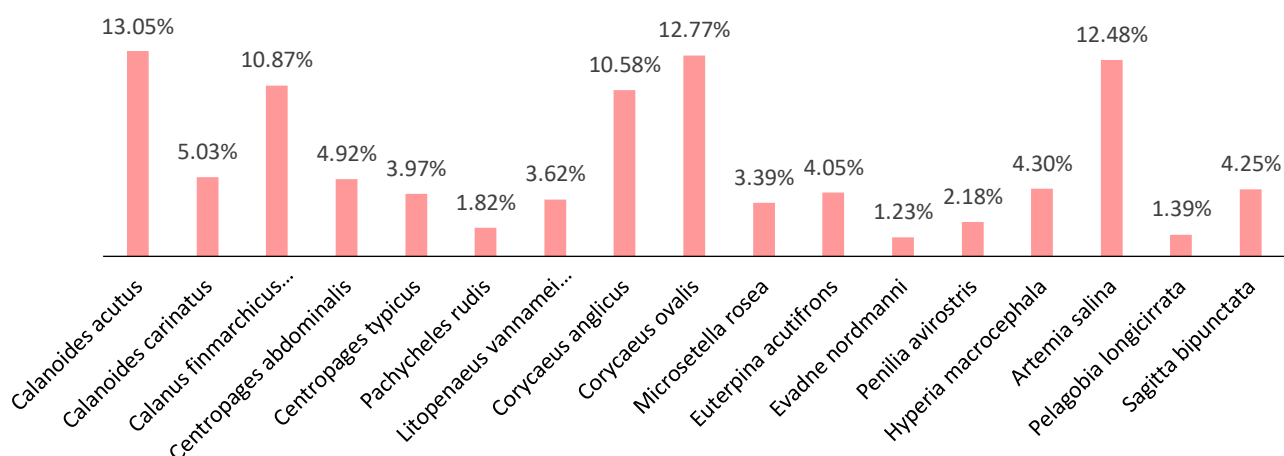


Figura 12. Porcentaje de abundancias general de especies

Diversidad

En el periodo diurno, la riqueza de especies (N_0) y el índice de Shannon (H) muestran que la diversidad en el área estudiada es moderadamente baja, con un valor de 0.74. Este análisis se apoya en la relación entre el índice de Shannon (H) y otro índice (Hb_2), lo que indica que hay una evaluación significativa de la variación en el índice de Shannon.

La equitatividad (J), que se relaciona con N_2 y es el inverso del índice de Simpson, presenta un valor de 0.979. Esto sugiere que hay una fuerte relación entre la igualdad en la distribución de especies y N_2 , lo que implica que la dominancia es baja y la diversidad de especies es relativamente equilibrada.

Además, los índices E_{10} y E_{20} , que tienen valores de 0.985, son otros indicadores de equidad basados en la distribución de abundancia de especies. Estos valores son significativos y altos, lo que refuerza la idea de que la distribución de las especies es bastante equitativa en el ecosistema analizado (Fig. 13).

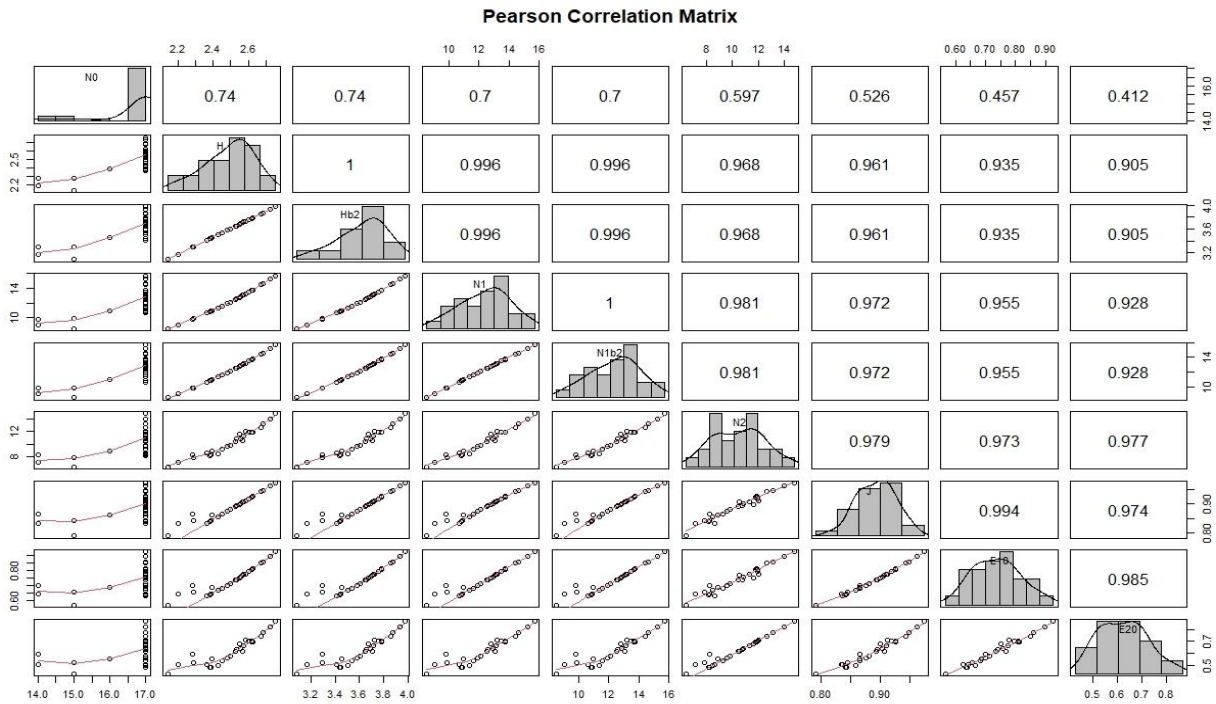


Figura 13. Matriz de correlación de Pearson en el periodo diurno

En el periodo nocturno, la riqueza de especies (N0) y el índice de Shannon (H) muestran que la diversidad tiene un valor de 0.262, lo que indica que es muy bajo. Este análisis se apoya en la relación entre el índice de Shannon (H) y otro índice (Hb2), que indica que la diversidad de especies es limitada.

La equitatividad (J) con respecto a la riqueza tiene un valor de 0.02, lo que indica que hay una distribución desigual de las especies en el ecosistema, indicando que la diversidad es baja y que algunas especies dominan significativamente sobre otras. (Fig.14).

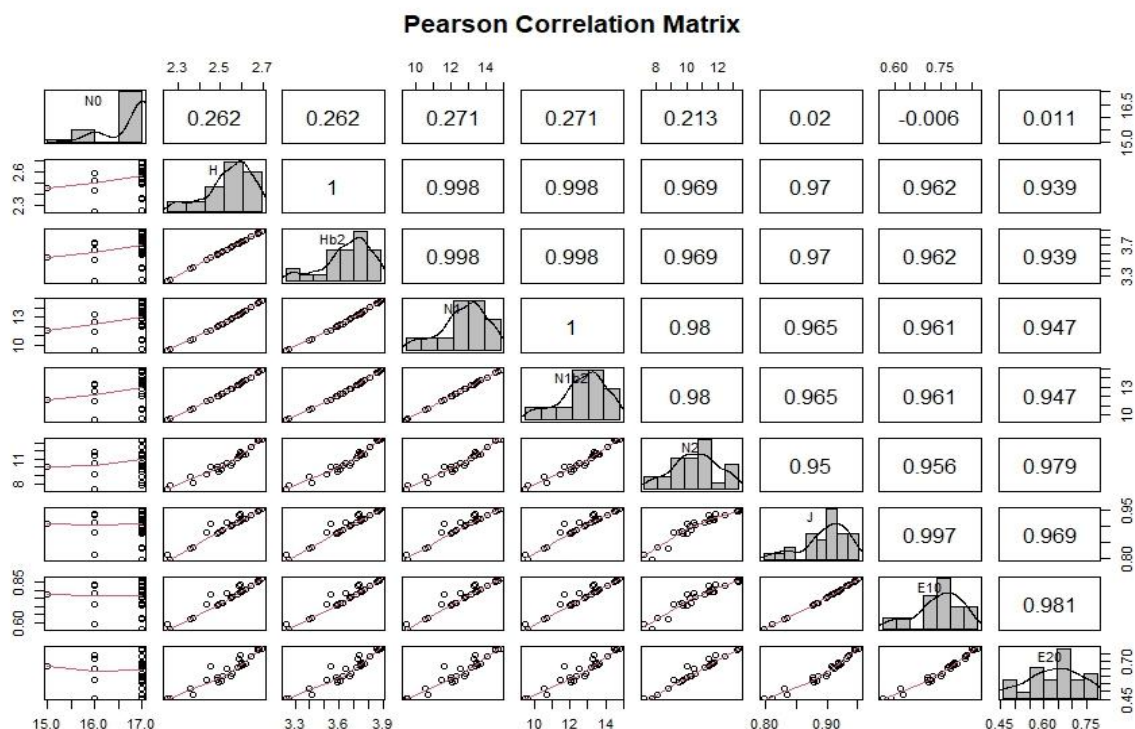


Figura 14. Matriz de correlación de Pearson en el periodo nocturno

Para calcular la Diversidad del zooplancton, se utilizaron los índices de diversidad de Shannon y Simpson. En el periodo diurno, el índice de Shannon mostró variaciones, alcanzando un pico de 2.75 Bits y un mínimo de 2.14 Bits, con una media de 2.49 Bits y una varianza de 0.024 Bits.

La riqueza de especies osciló entre 14 y 17, lo que indica una variabilidad en la riqueza durante este periodo. (Fig. 15).

En el periodo nocturno, el índice de Shannon tuvo un pico de 2.69 Bits y un mínimo de 2.24 Bits, con una media de 2.53 Bits y una varianza de 0.14 Bits. En cuanto al índice de Simpson, durante el periodo diurno, se registró un pico máximo de 0.93 Bits y un mínimo de 0.84 Bits, con una media de 0.89 Bits y una varianza de 0.0004 Bits. En el periodo nocturno, el índice de Simpson alcanzó un pico máximo de 0.92, un mínimo de 0.86, una media de 0.90 y una varianza de 0.0002. (Fig.16).

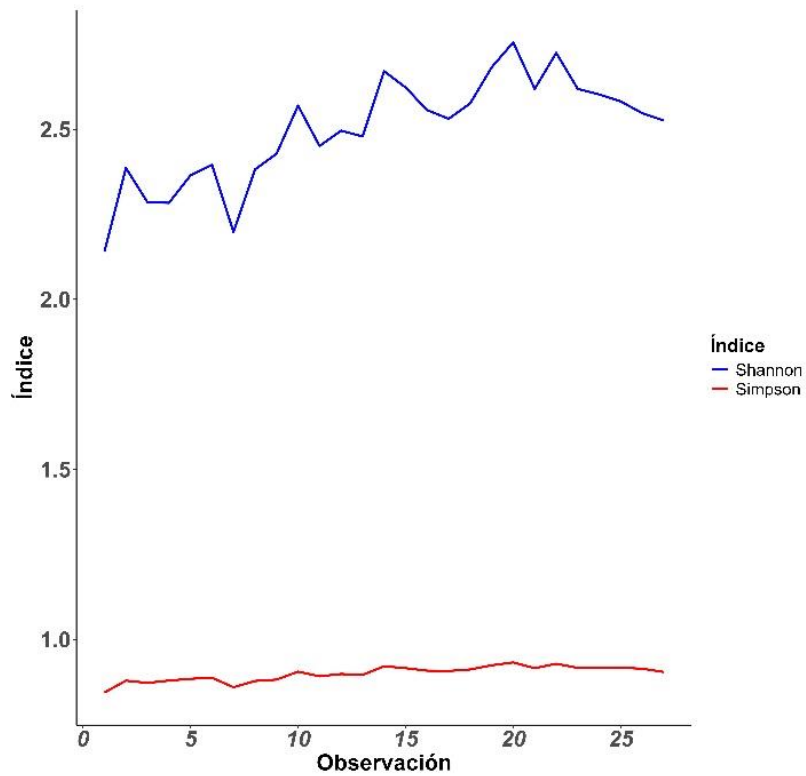


Figura 15. Índice de biodiversidad de Shannon y Simpson en el periodo diurno

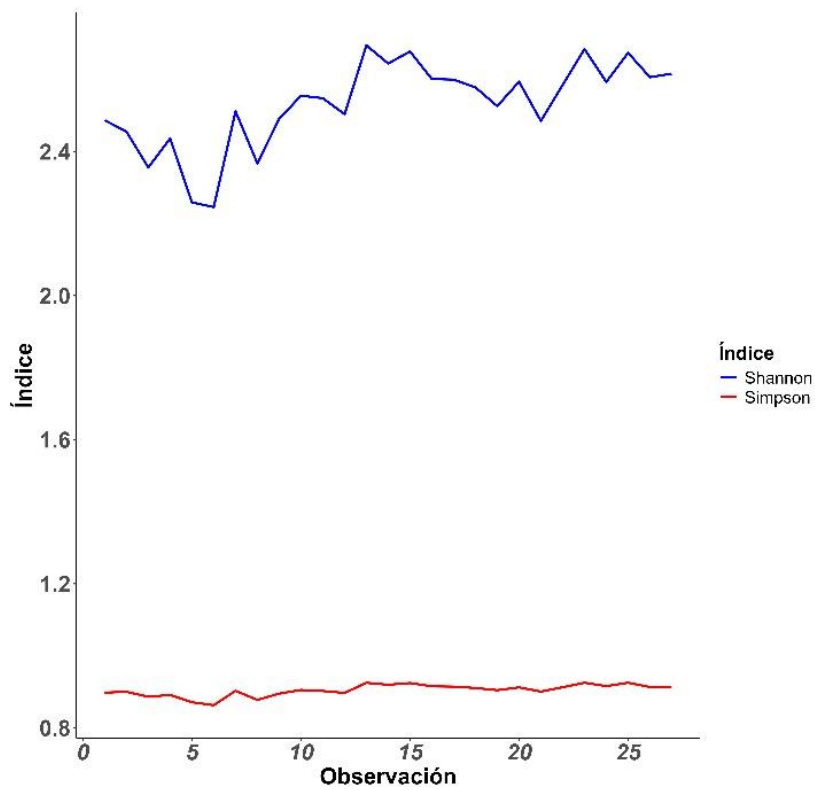


Figura 16. Índice de biodiversidad de Shannon y Simpson en el periodo nocturno

Se utilizaron modelos de abundancias relativas (RAD) para analizar la distribución de la abundancia de especies en la zona de estudio. Todos estos modelos fueron evaluados y comparados utilizando el Criterio de Información de Akaike (AIC). El modelo Preemption presenta el AIC más bajo (78.63), por tanto, se concluye que es el modelo que mejor se ajusta a los datos, lo que sugiere que las dinámicas competitivas entre las especies pueden estar influyendo en su abundancia relativa en la zona de estudio (**Fig. 17.A**).

Para respaldar esto, se realizaron 27 subgráficos, cada uno representando un día de muestreo. La mayoría de estos subgráficos se ajustan al modelo Preemption, destacando que este modelo captura eficazmente las tendencias en la abundancia de las especies a lo largo del tiempo (**Fig.17.B**).

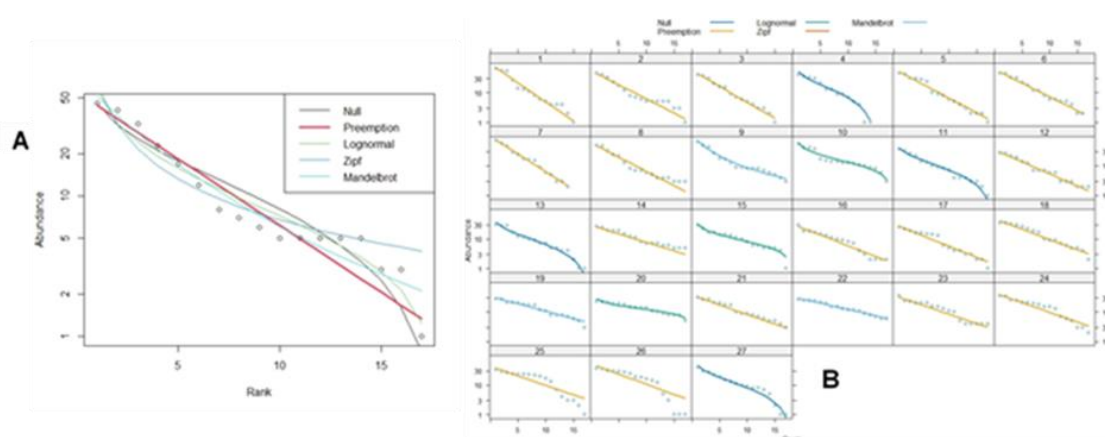


Fig. 17. A. Modelos de distribución de la abundancia de especies. **B** Modelos de distribución de la abundancia en cada muestreo.

En el período nocturno, el modelo Preemption presentó el AIC más bajo (82.11) (**Fig. 18.A**). Para respaldar esto, se realizaron 27 subgráficos, cada uno representando un muestreo nocturno. La mayoría de estos subgráficos se ajustan al modelo Preemption, lo que destaca que este modelo captura eficazmente las tendencias en la abundancia en este período (**Fig. 18.B**).

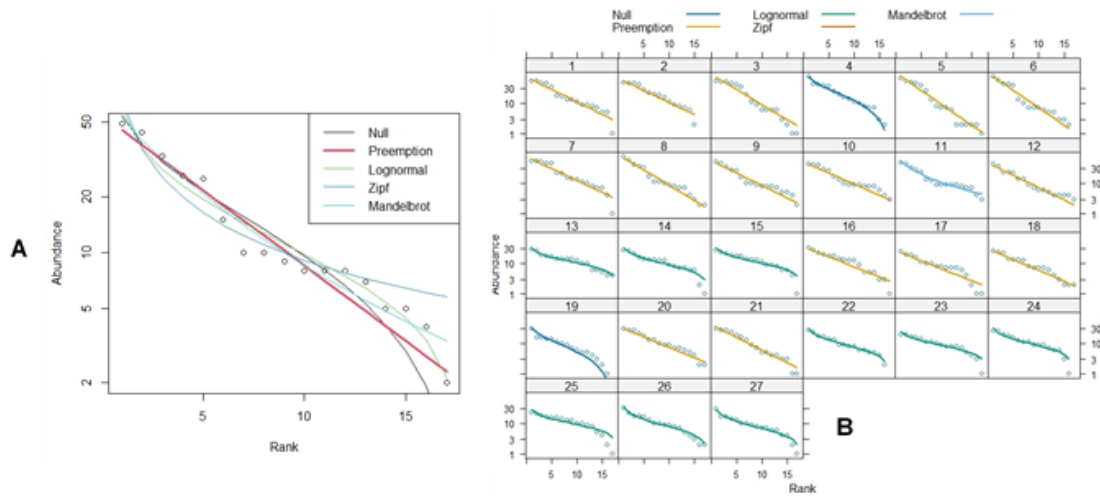


Fig. 18. **A.** Modelos de distribución de la abundancia de especies. **B** Modelos de distribución de la abundancia en cada muestreo

Biomasa

Los patrones de biomasa de zooplancton mostraron variaciones significativas entre semanas del muestreo. Se registraron anomalías positivas, siendo más notables en la primera semana de agosto, donde se alcanzó un pico de 0,0138 org/m³. En contraste, el valor más bajo se observa en la primera semana de septiembre, con 0,0040 org/m³ durante las jornadas de muestreo diurno.

Durante la noche, el ápice se registró en la cuarta semana de agosto, con 0,0161 org/m³, mientras que el valor más bajo, 0,0048 org/m³, se documentó en la tercera semana de noviembre. En general, se obtuvo un promedio de 0,0149 org/m³.

Se usó la prueba Wilcoxon $p > 0.05$, dando como resultado un p-valor de 0.9035 (**Fig. 19**). No se observaron diferencias significativas en la abundancia durante el día (13.958 org/m³) ni en la noche (14.152 org/m³)

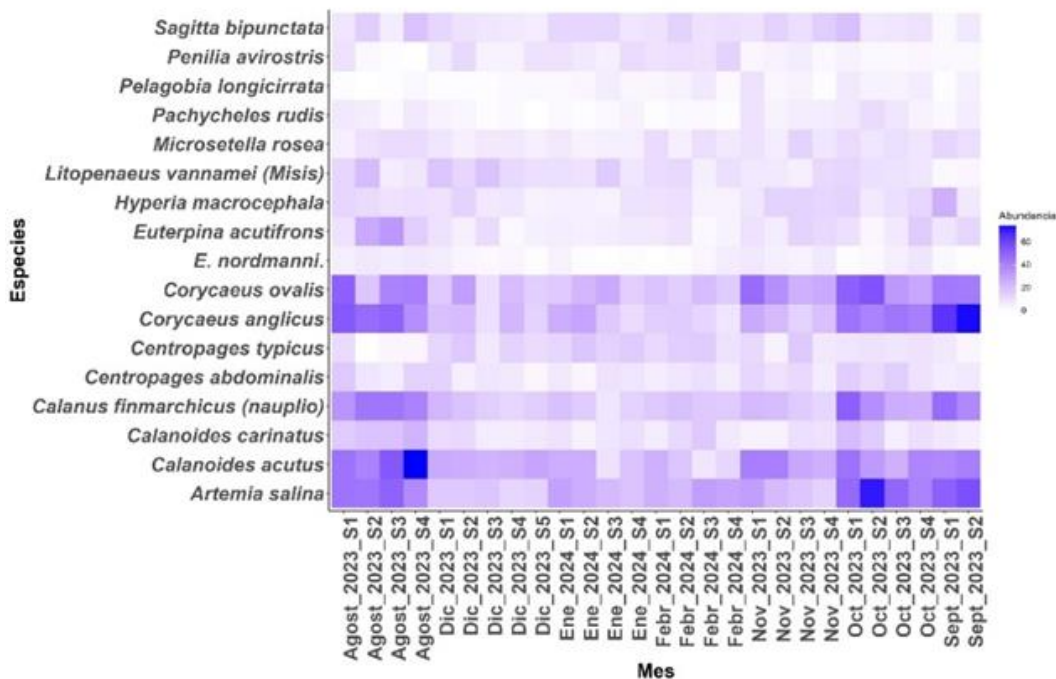


Figura 19. Abundancia de biomasa por semanas

Durante el muestreo general el pico más alto de temperatura se presentó durante la tercera semana de noviembre (29.5°C), donde el número de individuos encontrados estaba entre 0-20 individuos por especie siendo la semana con menos presencia de biomasa durante el muestreo (217 individuos en total). Las temperaturas más bajas se presentaron en la tercera semana de agosto (25.6°C).

Las especies de *Corycaeus ovalis*, *Corycaeus anglicus*, *Calanus finmarchicus*, *Calanoides carinatus* y *Artemia salina* fueron las especies que mostraron la mayor cantidad de individuos y no variaron en su número en función de la temperatura durante las semanas de muestreo (Fig. 20).

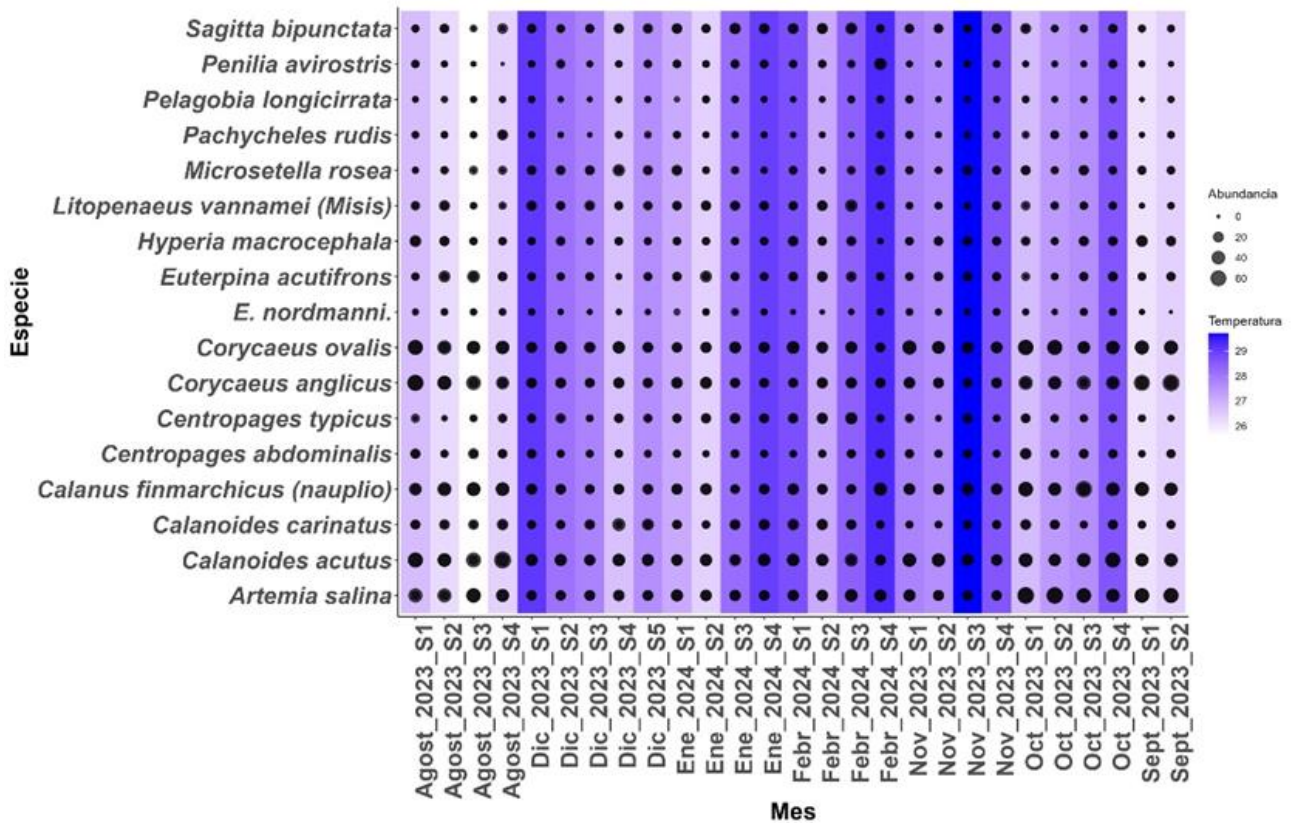


Figura 20. Correlación entre abundancia – temperatura durante el muestro general.

Correlación en la abundancia de zooplancton y parámetros fisicoquímicos (Predicción)

Se utilizó un modelo lineal generalizado con distribución de Poisson para analizar el impacto de variables como la temperatura, el pH, y el carbonato sobre la abundancia de especies. En este contexto, la abundancia se considera la variable dependiente, mientras que, la temperatura (a), el pH (b) y los carbonatos (c) funcionan como variables independientes. El coeficiente asociado a cada variable independiente refleja su relación con la variable dependiente, proporcionando información sobre cómo cada factor influye en la abundancia observada.

La temperatura no presenta un efecto sobre la abundancia, ya que su valor Z es 0.9934, lo cual es bastante alto (Fig.21. A).

En contraste, el pH muestra un valor Z de $1.43e^{-13}$, que es muy bajo, indicando una correlación negativa, también, podemos ver que es inversamente proporcional, si el pH sube la abundancia también (Fig.21. B). Por último, el valor Z para el carbonato es de 0.000574, también tiene una correlación negativa y es inversamente proporcional (Fig.21. C).

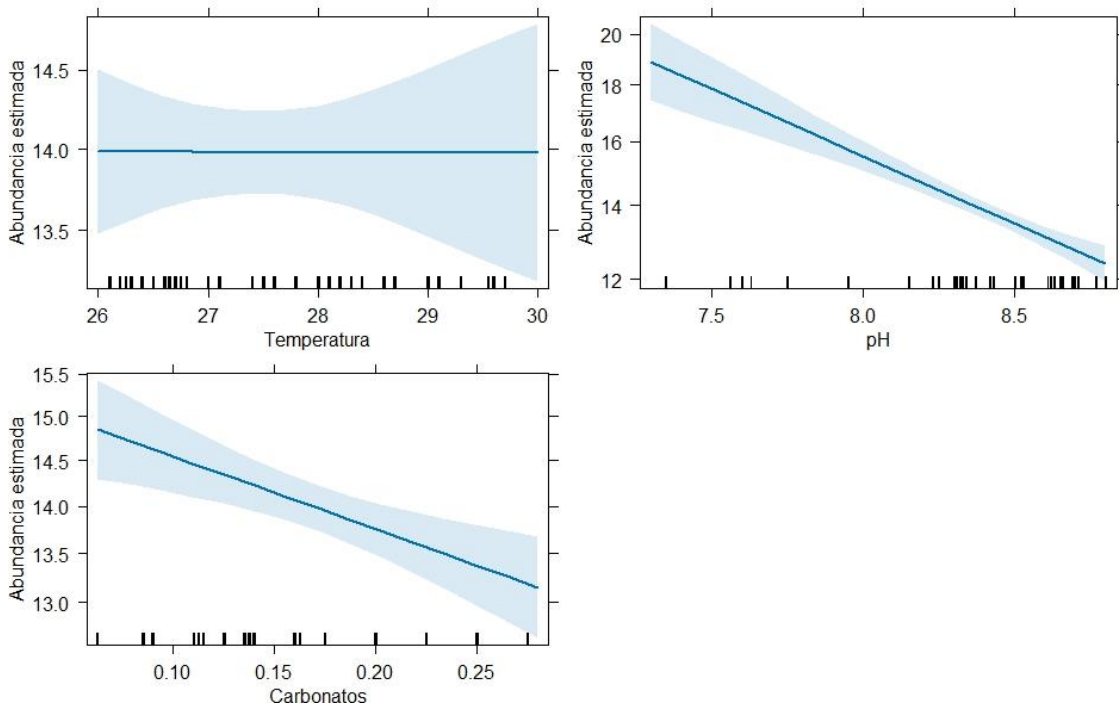


Figura. 21. A Correlación de abundancia y temperatura. B Correlación de abundancia y pH. C Correlación de abundancia y Carbonatos

DISCUSIÓN

La temperatura superficial del mar (TSM) en la zona de San Mateo oscila entre 25 y 30 °C. Durante el periodo nocturno del mes de noviembre, se registró la temperatura más alta, alcanzando un valor de 29,50 °C. En contraste, durante el día, las temperaturas más elevadas se observaron en noviembre de 2023 y febrero de 2024, que oscilaron casi 30 °C.

En cuanto a Ramos-Centeno & Napa-España,(2020) aunque reportan valores similares, su promedio de 25.2 °C en Cojimíes difiere de nuestros datos, ya que el promedio de agosto a octubre fue de 26.8 °C. También Del Salto, (2013) registró temperaturas de 27.1°C en Manta y 27.2°C en Puerto Bolívar durante el mes de marzo, mientras que en abril la temperatura en la estación de Esmeraldas, ubicada en la costa norte, fue de 26.4°C. Rosales González, (2022) nos indica que estos valores de temperatura son indicativos de variaciones significativas que pueden estar influenciadas por fenómenos climáticos como El Niño. Este fenómeno se caracteriza por un aumento anómalo de la temperatura superficial del mar, lo que puede tener repercusiones en los parámetros químicos del océano, por ende, las variaciones en la TSM son susceptibles a cambios en los patrones atmosféricos, lo que a su vez afecta la dinámica ecológica y química del entorno marino. Los resultados presentados por esta investigación pueden ser respaldados por estudios de investigación y reportes de Rosales González, (2022). También Rosete Vergés et al., (2013) indicó que la temperatura a partir del 2020 iba a incrementar 1.2 °C y esto lo respalda Esper et al., (2024) mencionando que en 2023 la temperatura mundial batió todos los récords.

Las propiedades fisicoquímicas pueden influir en la abundancia de especies de zooplancton, ya que algunas especies muestran una mayor resistencia a los cambios en los parámetros ambientales debido a su capacidad de adaptación. Según Vijverberg & Koelewijn, (2004) la temperatura es un factor principal asociado a la abundancia, ya que su incremento puede favorecer el crecimiento de ciertas especies, sin embargo, en el presente estudio, la temperatura no mostró un papel significativo en la abundancia observada. Por otro lado, Paturej et al., (2017) indican que organismos zooplanctónicos como *Anuraeopsis fissa* presentan un alto grado de tolerancia a las variaciones de pH. Findlay & Turley, (2021) también mencionan que los organismos en las aguas costeras con aporte fluvial (ríos, etc.) suelen tener una mayor variabilidad en el pH que en el océano abierto. En contraste con nuestros hallazgos, el pH se identificó como el componente con mayor impacto en la abundancia de las 17 especies analizadas. Esto sugiere que, aunque la temperatura puede ser un factor relevante, el pH desempeña un papel crítico en la dinámica de la abundancia de especies en este estudio. Estudios realizados por Loo & Pincay, (2023) reportan un promedio de 7.3 y una variación de 7.2 a 7.5 NBS, datos tomados en la zona intermareal rocosa de San Mato en la provincia de Manabí en 2022, difieren con nuestros presente valores. Sin embargo, Montedioca & Sabando, (2023) muestra un promedio de 8.42 NBS en el mismo lugar de estudio y año, estos valores se ajustan a los reportados también por Villacres Flores & Villamar Moreno, (2017) en playas de Chipipe de la provincia de Santa Elena cuyos datos oscilan entre 8.20 y 8.28 NBS.

Middelburg et al., (2020) indica que el mar contiene una solución compuesta por diversos ácidos y bases débiles que interactúan con la atmósfera y los sedimentos, los cuales están formados por minerales que reaccionan ante variaciones en la composición de la solución o en las condiciones físicas. Como resultado, el agua de mar se mantiene en constante interacción y se ajusta a los cambios generados por diferentes parámetros ambientales. Los hallazgos del presente estudio son consistentes con investigaciones

previas, evidenciando que, aunque los carbonatos no mostraron una correlación significativa con la abundancia de especies en comparación con el pH, se observaron diferencias significativamente negativas en su relación. Este estudio obtuvo un promedio de carbonatos y bicarbonatos de 0.12mg/L y 0.6mg/L, y en cuanto a carbonatos totales un valor de 0.18 mg/L, valores inferiores en comparación a los registros presentados por Salazar & Salazar, (2023) en la misma zona muestreada, donde se encontraron concentraciones de 5,10mg/L y 5,33 mg/L en 2022; además, Montesdeoca y Sabando (2023) informan un promedio de 3,56 mg/L y 5,69mg/L carbonatos y bicarbonatos respectivamente para los meses de febrero a junio de 2023 en el mismo lugar de muestreo.

A lo largo de los 7 meses de muestreo, se pudo hallar un total de 17 especies pertenecientes al filo: *Annelida*, *Arthropoda* y *chaetognatha*, siendo *Arthropoda* el filo más representativo de identificación. Según Montesdeoca y Sabando, (2023) encontraron todas estas especies en el mismo lugar de muestreo. Sin embargo, Ramos-Centeno y Napa-España, (2020) en diferente zona de la misma provincia estudiada, identificaron seis phylum (*Mollusca*, *Chordata*, *Cnidaria*, *Annelida*, *Arthropoda*, *Chaetognatha*) de los cuales tres fueron similares y el filo *Anthopoda* presentaba más del 54,68% del zooplancton identificados. Esto respalda nuestra investigación, ya que este phylum representó más del 70%. Adicionalmente, Rodríguez Diego et al., (2009) menciona que los artrópodos son el grupo más diverso y extremadamente adaptable a cualquier situación y hábitat, interviniendo en las comunidades ecológicas más que cualquier otro ser vivo.

Ramos-Centeno y Napa-España, (2020) mencionan que el índice de diversidad de Shannon tuvo su pico más alto de valores 2.62, registrando la diversidad más alta con un promedio de 2.36. Al comparar esos resultados con este estudio se observa que existen diferencias significativas en el día con un H' 2.46 y en la noche con un H' 2.38.

Cabe mencionar que Marriott, (2018) indica una diversidad con un índice de 2.30 en

diferente provincia (Santa Elena). Pla L, (2006) señala que valores inferiores a 2 indican una baja diversidad, mientras que aquellos superiores a 3 reflejan una alta diversidad de especies. Asimismo, Sadashivappa et al., (2011) menciona que las propiedades fisicoquímicas del mar son factores principales de cambios en la estructura de composición y abundancia de cualquier organismo acuático (marino y estuarinos, etc.) y estos parámetros son sumamente importantes en el desarrollo y abundancia del zooplancton. Además, Giraldo et al., (2014) confirman que el plancton es limitado por factores como el oxígeno disuelto, la temperatura, la salinidad, entre otros.

Las variaciones de datos presentados reportan que los patrones de biomasa de zooplancton mostraron variaciones a lo largo del estudio. Durante el periodo nocturno, se registró el pico más alto de biomasa en el mes de agosto, con un valor de 0.0161 org/m³ y el pico más bajo durante este periodo fue de 0.0048 org/m³, también en el mes de agosto. En el periodo diurno, el pico más alto de biomasa se dio igualmente en el mes de agosto, con un valor de 0.0138 org/m³. el pico más bajo durante el día fue en el mes de septiembre, con 0.0040 org/m³.

Ramos-Centeno y Napa-España, (2020) identifican patrones de biomasa de zooplancton que difieren entre sí; sin embargo, estos patrones tampoco presentan diferencias significativas entre los períodos diurno y nocturno. En su estudio, reportan un valor máximo de biomasa de zooplancton de 0.016 g/m³ y un mínimo de 0.003 g/m³. Estos resultados son consistentes con los hallazgos de nuestro trabajo, que también carecieron de diferencias significativas en los niveles de biomasa de zooplancton entre los mismos períodos.

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestra más profunda gratitud al Biólogo Javier Quijije López, Mg., cuyo invaluable apoyo y orientación fueron esenciales para la realización de este trabajo. De igual manera, extendemos nuestro sincero agradecimiento al Biólogo Jesús

Briones, quien desempeñó un papel fundamental en el análisis estadístico de este estudio. Finalmente, reconocemos y agradecemos la colaboración de futuros biólogos: Leonardo López, Diego López, César Bailón y Milena Macías, quienes brindaron su apoyo incondicional durante las extensas jornadas de muestreo.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Ambler, J. W., Cloern, J. E., & Hutchinson, A. (1985). Seasonal cycles of zooplankton from San Francisco Bay. *Hydrobiologia*, 129(1), 177-197.

<https://doi.org/10.1007/BF00048694>

Anadón, R. (2005). 4. *Impactos sobre los ecosistemas marinos y el sector pesquero*.

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.

Beaugrand, G., Edwards, M., & Legendre, L. (2010). Marine biodiversity, ecosystem functioning, and carbon cycles. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(22), 10120-10124.

<https://doi.org/10.1073/pnas.0913855107>

Bieri, R. (1959). The Distribution of the Planktonic Chaetognatha in the Pacific and their Relationship to the Water Masses. *Limnology and Oceanography*, 4(1), 1-28.

<https://doi.org/10.4319/lo.1959.4.1.0001>

Bonecker, S. L. C., de Araújo, A. V., de Carvalho, P. F., de Oliveira Dias, C.,

Fernandes, L. F. L., Aguilar, T. I. M., & Lopes, R. M. (2017). ESTRUCTURA ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA COMUNIDAD ZOOPLANCTÓNICA *. En A. P. da Costa Falcão & D. L. Moreira (Eds.), *Ambiente Pelágico* (pp. 171-206).

Campus. <https://doi.org/10.1016/B978-85-352-7276-5.50015-4>

- Botello, A., Villanueva, S., Gutiérrez, J., & Rojas Galaviz, J. L. (2017). *Vulnerabilidad de las zonas costeras de Latinoamérica al cambio-climático*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
<http://biblioteca.cehum.org/handle/CEHUM2018/1798>
- Bucheli, R. (2021). Comportamiento temporal del plancton ante factores oceanográficos en las estaciones de Esmeraldas, Puerto López y Salinas. *Revista Acta Oceanográfica del Pacífico*, 3(1), Article 1.
<https://doi.org/10.54140/raop.v3i1.31>
- 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), Article 1.
<https://doi.org/10.54140/raop.v4i1.49>
- Bucheli, R., & Cajas, J. (2024). Distribution of copepods of the family Paracalanidae, Giesbrecht, 1893 Copepoda: Calanoida, in marine areas of Ecuador. *Revista Acta Oceanográfica Del Pacífico*, 6(1), Article 1.
<https://doi.org/10.54140/raop.v6i1.74>
- Chust, G., Allen, J. I., Bopp, L., Schrum, C., Holt, J., Tsiaras, K., Zavatarelli, M., Chifflet, M., Cannaby, H., Dadou, I., Daewel, U., Wakelin, S. L., Machu, E., Pushpadas, D., Butenschon, M., Artioli, Y., Petihakis, G., Smith, C., Garçon, V., ... Irigoien, X. (2014). Biomass changes and trophic amplification of plankton in a warmer ocean. *Global Change Biology*, 20(7), 2124-2139.
<https://doi.org/10.1111/gcb.12562>
- De los Ríos-Escalante, P. R., & Woelfl, S. (2023). A review of zooplankton research in Chile. *Limnologica*, 100, 126079. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2023.126079>
- Del Salto, M. B. (2013). *Análisis del comportamiento climático de los últimos 30 años, en las costas de Esmeraldas, Manta y Puerto Bolívar durante la época húmeda*.
- Doney, S. C., Fabry, V. J., Feely, R. A., & Kleypas, J. A. (2009). Ocean Acidification:

- The Other CO₂ Problem. *Annual Review of Marine Science*, 1(Volume 1, 2009), 169-192. <https://doi.org/10.1146/annurev.marine.010908.163834>
- Esper, J., Torbenson, M., & Büntgen, U. (2024). 2023 summer warmth unparalleled over the past 2,000 years. *Nature*, 631(8019), 94-97. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07512-y>
- Eufredo Carlos, A. R., marín Richard, D., & Chuquimarca Gladys, T. (2022). *Main functional groups of the plankton in front of the fishing port of Anconcito, Santa Elena-Ecuador*. | EBSCOhost. <https://doi.org/10.47750/pnr.2022.13.S09.003>
- 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>
- Fernández, W., & Ramírez, P. (1991). El niño, la oscilación del Sur y sus efectos en Costa Rica: Una revisión. *Tecnología en Marcha*, 11(1), 3-10.
- Findlay, H. S., & Turley, C. (2021). Ocean acidification and climate change. In *Climate Change* (pp. 251-279). Elsevier.
- 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.
- Heinle, D. R. (1969). Temperature and zooplankton. *Chesapeake Science*, 10(3), 186-209. <https://doi.org/10.2307/1350456>
- Hernández-León, S., & Montero, I. (2006). Zooplankton biomass estimated from digitalized images in Antarctic waters: A calibration exercise. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 111(C5). <https://doi.org/10.1029/2005JC002887>
- Huntley, M., & Escritor, F. (1991). Dinámica de *Calanoides acutus* (Copepoda:

- Calanoida) en aguas costeras antárticas. *Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers*, 38(8), 1145-1167.
[https://doi.org/10.1016/0198-0149\(91\)90100-T](https://doi.org/10.1016/0198-0149(91)90100-T)
- Iannacone, J., & Alvaríño, L. (2006). Diversidad del zooplancton en la Reserva Nacional de Junín, Perú. *Ecología Aplicada*, 5(1-2), 175-181.
- Iannacone, J., & Alvaríño, L. (2007). DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE COMUNIDADES ZOOPLANCTONICAS LITORALES DEL HUMEDAL PANTANOS DE VILLA, LIMA, PERU. *Gayana (Concepción)*, 71(1), 49-65.
<https://doi.org/10.4067/S0717-65382007000100006>
- Johnson, W. S., & Allen, D. M. (2005). *Zooplankton of the Atlantic and Gulf Coasts: A Guide to Their Identification and Ecology*. JHU Press.
- Kirby, R. R., Beaugrand, G., & Lindley, J. A. (2009). Synergistic effects of climate and fishing in a marine ecosystem. *Ecosystems*, 12(4), Article 4.
- Levy, N., Simon-Blecher, N., Ben-Ezra, S., Yuval, M., Doniger, T., Leray, M., Karako-Lampert, S., Tarazi, E., & Levy, O. (2023). Evaluating biodiversity for coral reef reformation and monitoring on complex 3D structures using environmental DNA (eDNA) metabarcoding. *Science of The Total Environment*, 856, 159051.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159051>
- Liu, D., Yehia, L., Dhawan, A., Ni, Y., & Eng, C. (2024). Protocol for analyzing plasma cell-free DNA fragment end motifs from ultra-low-pass whole-genome sequencing. *STAR Protocols*, 5(4), 103357.
<https://doi.org/10.1016/j.xpro.2024.103357>
- Lomartire, S., Marques, J. C., & Gonçalves, A. M. M. (2021). The key role of zooplankton in ecosystem services: A perspective of interaction between zooplankton and fish recruitment. *Ecological Indicators*, 129, 107867.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107867>
- Loor, C. A., & Pincay, M. M. (2023). Distribución y abundancia de macroinvertebrados marinos asociados a la zona intermareal rocosa de San Mateo, desde julio a

- diciembre 2022, Manta-Ecuador. [Tesis de pregrado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí].
- López, N. O., Caballero, O. G., Ramírez, S. S., & Loayza, E. D. (1999). Diversidad de diatomeas y dinoflagelados marinos del Perú. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 18(1-2), Article 1-2.
- López-Mendoza, Z., Tavera, R., & Novelo, E. (2015). El fitoplancton de un canal de Xochimilco y la importancia de estudiar ecosistemas acuáticos urbanos. *TIP*, 18(1), 13-28. <https://doi.org/10.1016/j.recqb.2015.05.002>
- MARCOS, A. B., JOSE, NIEVES, G. D., MARÍA, CARMEN, O. B., ANTONIO, P. S., & J, R. V., FRANCISCO. (2004). *Contaminación ambiental. Una visión desde la química: Una visión desde la química*. Ediciones Paraninfo, S.A.
- Middelburg, J. J., Soetaert, K., & Hagens, M. (2020). Ocean Alkalinity, Buffering and Biogeochemical Processes. *Reviews of Geophysics*, 58(3), e2019RG000681. <https://doi.org/10.1029/2019RG000681>
- Naranjo, C., & Tapia, M. E. (2013). *Composición y abundancia del plancton en la zona costera del ecuador, en mayo de 2013*. 21.
- Nisa, R. U., Tantray, A. Y., Kouser, N., Allie, K. A., Wani, S. M., Alamri, S. A., Alyemeni, M. N., Wijaya, L., & Shah, A. A. (2021). Influence of ecological and edaphic factors on biodiversity of soil nematodes. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(5), 3049-3059. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.02.046>
- Ogłuszka, M., Orzechowska, M., Jędroszka, 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>
- 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/10.1016/j.oceano.2016.08.001>

- Pohl, J. (2019). Análisis de datos de actividad locomotora de embriones y larvas de pez cebra (*Danio rerio*): Evaluación de los efectos ansiolíticos del compuesto antidepressivo citalopram. *Data in Brief*, 27, 104812.
<https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104812>
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590.
- 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.
- Rodríguez Diego, J. G., Arece, J., Olivares, J. L., & Roque, E. (2009). ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE ARTHROPODA. *Revista de Salud Animal*, 31(3), 137-142.
- Rosales González, C. F. (2022). *Comportamiento de los parámetros fisicoquímicos y su relación con el evento El Niño en cuatro estaciones de la costa ecuatoriana, 2010-2020* [bachelorThesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. 2022]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8083>
- Rosete Vergés, F. A., Enríquez Hernández, G., & Aguirre von Wobeser, E. (2013). El componente del riesgo en el Ordenamiento Ecológico del Territorio: El caso del Ordenamiento Ecológico Regional y Marino del Golfo de México y Mar Caribe. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 2013(80), 7-20.
<https://doi.org/10.14350/rig.36393>
- Sadashivappa, S., Thirumala, S., & Ravind, H. B. (2011). *Zooplankton Diversity and its Relationship with Physico- Chemical Parameters in Kundavada Lake, of Davangere District, Karnataka, India.* | EBSCOhost.
<https://openurl.ebsco.com/contentitem/gcd:66572239?sid=ebsco:plink:crawler&iid=ebsco:gcd:66572239>
- Salazar, M. A., & Salazar, y. B. L. (2023). *Diversidad y abundancia de fitoplancton*

- frente al Puerto Pesquero de San Mateo, desde octubre 2021 a marzo de 2022, Manta-Ecuador. [Tesis de pregrado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí].
- Soliño, L., Braga, A. C., Lobo-Arteaga, J., & Costa, P. R. (2024). Lipophilic marine toxins in sediments from Arrábida marine protected area, Portugal (NE Atlantic). *Marine Pollution Bulletin*, 208, 117096. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.117096>
- Solórzano Cedeño, E. M. (2015). *Incidencias en las actividades de recreación del turismo de sol y playa para un plan de desarrollo de regeneración en la Playa de San Mateo*. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/3223>
- Southward, A. J., Hawkins, S. J., & Burrows, M. T. (1995). Seventy years' observations of changes in distribution and abundance of zooplankton and intertidal organisms in the western English Channel in relation to rising sea temperature. *Journal of Thermal Biology*, 20(1), 127-155. [https://doi.org/10.1016/0306-4565\(94\)00043-1](https://doi.org/10.1016/0306-4565(94)00043-1)
- Valdés, L., López-Urrutia, A., Cabal, J., Alvarez-Ossorio, M., Bode, A., Miranda, A., Cabanas, M., Huskin, I., Anadón, R., Alvarez-Marqués, F., Llope, M., & Rodríguez, N. (2007). A decade of sampling in the Bay of Biscay: What are the zooplankton time series telling us? *Progress in Oceanography*, 74(2), 98-114. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2007.04.016>
- Vandromme, P., Stemmann, L., Garcia-Comas, C., Berline, L., Sun, X., & Gorsky, G. (2012). Assessing biases in computing size spectra of automatically classified zooplankton from imaging systems: A case study with the ZooScan integrated system. *Methods in Oceanography*, 1-2, 3-21. <https://doi.org/10.1016/j.mio.2012.06.001>
- Vijverberg, J., & Koelewijn, H. P. (2004). Effect of temperature on development and growth of the raptorial cladoceran *Leptodora kindtii* under laboratory conditions. *Freshwater Biology*, 49(11), 1415-1422. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2004.01276.x>

Villacres Flores, K. A., & Villamar Moreno, J. F. (2017). *Evaluación ambiental a partir de parámetros físico-químicos y microbiológicos de la calidad de agua de mar en playas de Chipepe, canton Salinas provincia de Santa Elena* [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas]. Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/20154?mode=full>

Wang, C., Bian, Z., Zhang, Y., & Guan, D. (2024). Direct and indirect effects of linear non-cultivated habitats on epigaeic macroarthropod assemblages. *Ecological Indicators*, 160, 111871. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111871>

Wang, J., Liu, Y., Chen, X., Li, M., & Zhu, Y. (2024). Protocol for identifying and comparing molecular prognosis subtypes of IgAN using R. *STAR Protocols*, 5(3), 103138. <https://doi.org/10.1016/j.xpro.2024.103138>

Winans, A. K., Herrmann, B., & Keister, J. E. (2023). Variación espaciotemporal en la composición de la comunidad de zooplancton en el sur del mar de Salish: Cambios durante la ola de calor marina del Pacífico de 2015-2016. *Progress in Oceanography*, 214, 103022. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103022>