



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Caracterización del Fitoplancton y Zooplancton asociado a las comunidades coralinas presentes en la costa sur de La Península de Santa Elena.

**AUTORA**

**ING. JANNA MARIA CHICAIZA HERRERA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del grado académico en  
MAGÍSTER EN BIODIVERSIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO**

**TUTORA**

**BLGA. MARITZA CARDENAS CALLE, PHD**

**Santa Elena, Ecuador**

**Año 2025**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**TRIBUNAL DE GRADO**

Los suscritos calificadores, aprueban el presente trabajo de titulación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por el Instituto de Postgrado de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

---

**PhD. Roxana Álvarez Acosta  
COORDINADOR DEL  
PROGRAMA**

---

**PhD. Maritza Cárdenas Calle  
TUTOR**

---

**MSc. Xavier Piguave Preciado  
DOCENTE ESPECIALISTA 1**

---

**MSc. Jodie Darquea Arteaga  
DOCENTE ESPECIALISTA 2**

---

**Ab. María Rivera González, Mgs.  
SECRETARIA GENERAL  
UPSE**



**UPSE**

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**CERTIFICACIÓN:**

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por Ing. Janna Maria Chicaiza Herrera, como requerimiento para la obtención del título de Magister en Biodiversidad y Cambio Climático.

Atentamente,

---

Blga. Maritza Cardenas Calle, PhD.  
**TUTORA**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Janna Maria Chicaiza Herrera**

**DECLARO QUE:**

El trabajo de Titulación, **Caracterización del Fitoplancton y Zooplancton asociado a las comunidades coralinas presentes en la costa sur de La Península de Santa Elena**, previo a la obtención del título en Magíster en Biodiversidad y cambio climático, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, a los 2 días del mes de diciembre de año 2025

---

Janna Maria Chicaiza Herrera  
**AUTORA**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Janna Maria Chicaiza Herrera**

**DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de la investigación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este informe de investigación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Santa Elena, a los 2 días del mes de diciembre de año 2025

---

Janna Maria Chicaiza Herrera  
**AUTORA**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO**

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado **Caracterización del Fitoplancton y Zooplancton asociado a las comunidades coralinas presentes en la costa sur de La Península de Santa Elena.**, presentado por el estudiante, **Ing. Janna Maria Chicaiza Herrera** fue enviado al Sistema Antiplagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 9%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

 CERTIFICADO DE ANÁLISIS studium		
1 tesis_janna_20-10-25	 5% Textos sospechosos	 5% Similitudes 0% similitudes entre comillas 0% entre las fuentes mencionadas
Nombre del documento: 1 tesis_janna_20-10-25.docx ID del documento: 0fe477b3138d1063e42cb1d033ac4876888e0615 Tamaño del documento original: 1,11 MB	Depositante: Janna Chicaiza Fecha de depósito: 27/10/2025 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 27/10/2025	Número de palabras: 10.796 Número de caracteres: 70.793

Blga. Maritza Cardenas Calle, PhD.  
**TUTORA**

## **DEDICATORIA**

A mis padres y hermanos, por su amor incondicional, apoyo constante y paciencia infinita; a mis maestros y amigos, ahora colegas, por su guía y motivación; y a todas aquellas personas que de una u otra manera han sido parte de este camino de aprendizaje y crecimiento.

A mi persona, por demostrarme que con esfuerzo todo se puede lograr.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena y todo su equipo de trabajo, por abrirme las puertas de su noble institución y poder alcanzar este logro profesional.

A mis maestros y asesores, en especial a la Blga. Maritza Cárdenas, Blga. Jackeline Cajas, Blgo. David García y al Blgo. Robeth Bucheli por su guía, confianza y conocimientos compartidos, que hicieron posible la realización de este trabajo.

A mis padres, hermanos y tíos que de alguna u otra manera me brindaron la confianza y las ganas de seguir adelante para alcanzar este logro.

A los amigos que hice durante el curso de esta Maestría. Gracias por hacer sentir a esta foránea como en casa.

## ÍNDICE GENERAL

<b>CERTIFICACIÓN:</b> .....	<b>III</b>
<b>DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD</b> .....	<b>IV</b>
<b>AUTORIZACIÓN</b> .....	<b>V</b>
<b>CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO</b> .....	<b>VI</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>VII</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>X</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>PROBLEMÁTICA</b> .....	<b>3</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>6</b>
<b>Objetivo General</b> .....	<b>6</b>
<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>6</b>
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>7</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>8</b>
Marco Legal Ambiental. ....	<b>12</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>16</b>
Tipo de investigación .....	<b>16</b>
Enfoque.....	<b>16</b>
<b>Figura 1. Ubicación geográfica de los sitios de muestro.</b> .....	<b>17</b>
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>48</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>51</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>53</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>54</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>63</b>

## RESUMEN

Los estudios sobre la caracterización del fitoplancton y zooplancton asociado a comunidades coralinas en el Ecuador son muy limitados, entre ellos se reportan estudios desarrollados en zonas específicas como Esmeraldas, Machalilla y Santa Elena. Por lo que este estudio busca caracterizar el fitoplancton y zooplancton asociado a las comunidades coralinas ubicadas en la costa sur de la Península de Santa Elena con el fin de comprender su diversidad, distribución y dinámica, así como sus interacciones ecológicas dentro de este ecosistema marino en los meses de junio, julio y septiembre del 2024. Se realizaron muestreos en 12 estaciones mediante arrastre superficial con redes de 55  $\mu\text{m}$  y 200  $\mu\text{m}$  y con botella Van Dorn para recolección de muestras en profundidad, complementados con análisis taxonómico e índices de diversidad (Shannon – Winner, Simpson y equidad de Pielou). En arrastres superficiales se registraron 1'350.432 individuos fitoplanctónicas durante junio y julio y 2'058.048 individuos en septiembre. Con incrementos en riqueza específica y dominancia de *Thalassiosira subtilis* 76,77%, *Rhizosolenia styliformis* 2,81% y *Guinardia striata* 1,53% durante junio y julio de 2024, para septiembre de 2024 *Proboscia alata* 13,85% y *Trichodesmium erythraeum* 13,60% se cuantificaron como las más abundantes. Para el método Van Dorn se identificaron 4'700.605 individuos durante junio y julio de 2024 y en septiembre 1'374.023, las especies *Pseudo-nitzschia* 32,75% y *Leptocylindrus danicus* 27,69% tuvieron mayor presencia en los meses de junio y julio, mientras que para septiembre las especies con mayor frecuencia fueron *Cylindrotheca closterium* 9,02%, *Cocconeis placentula* 8,27% y *Guinardia striata* 8,27%. Para el método de arrastre superficial se identificaron 3330 organismos zooplanctónicos en junio y julio, para septiembre se identificaron 36.976 individuos. Las especies más abundantes están representadas por *Penilia avirrostris* 15,92%, *Canthocalanus pauper* 8,71% y *Eucalanus* sp. 7,51% en junio y julio y en septiembre las especies más representativas fueron *Penilia avirrostris* 28,78%, *Paracalanus parvus* 14,39% y *Oncaea clevei* 7,52%. Los índices de diversidad del fitoplancton durante junio y julio los valores de Shannon-Wiener ( $H'$ ) fluctuaron entre 1,30 bits y 1,72 bits, mientras que en septiembre aumentaron significativamente hasta 2,09 bits, indicando una mayor diversidad específica por estación. El índice de Simpson ( $D'$ ) se elevó de 0,65–0,70 bis a 0,81–0,87 bits, mostrando una comunidad más uniforme y estable. Pielou ( $J'$ ) también experimentó un incremento, pasando de 0,50–0,84 bits a valores de 0,68–0,93 bits, lo cual refleja una distribución más homogénea de los individuos entre las especies, sin predominio de una sola. Para los organismos zooplanctónicos en los meses de junio y julio

Shannon-Wiener ( $H'$ ) = 3,14 bits, Simpson ( $D'$ ) = 0,94 bits y Pielou ( $J'$ ) = 0,42–0,53 bits, en comparación con septiembre, donde Shannon-Wiener  $H'$  descendió a 2,63–1,98 bits y Simpson  $D'$  a 0,68–0,90 bits, aunque la abundancia total fue mayor en septiembre, la comunidad estuvo menos equitativa y dominada por unas pocas especies. Las variaciones ambientales, especialmente la temperatura (22,2–24,9 °C), pero con variaciones notorias en el pH, el cual descendió de 7,2–7,7 en junio–julio a 5,5–5,8 en septiembre, mostraron correlaciones significativas con la estructura plantónica. Los resultados evidenciaron una fuerte influencia de la variabilidad físico – química sobre la composición, equidad y dinámica del plancton demostrando la importancia para la comprensión del funcionamiento ecológico de los ecosistemas coralinos.

**Palabras clave:** *indicadores biológicos, temperatura, salinidad, pH, biodiversidad, cadena trófica.*

## ABSTRACT

Studies characterizing phytoplankton and zooplankton associated with coral communities in Ecuador are very limited, with only a few focusing on specific areas such as Esmeraldas, Machalilla, and Santa Elena. Therefore, this study aims to characterize the phytoplankton and zooplankton associated with coral communities located on the southern coast of the Santa Elena Peninsula to understand their diversity, distribution, and dynamics, as well as their ecological interactions within this marine ecosystem during June, July, and September of 2024. Sampling was conducted at 12 stations using surface trawls with 55  $\mu\text{m}$  and 200  $\mu\text{m}$  nets and Van Dorn bottles for deep-sea sampling. These data were complemented by taxonomic analysis and diversity indices (Shannon-Winner, Simpson, and Pielou's evenness). In surface drifts, 1,350,432 phytoplankton individuals were recorded during June and July and 2,058,048 individuals in September. With increases in species richness and dominance of *Thalassiosira subtilis* (76.77%), *Rhizosolenia styliformis* (2.81%), and *Guinardia striata* (1.53%) during June and July 2024, by September 2024, *Proboscia alata* (13.85%) and *Trichodesmium erythraeum* (13.60%) were quantified as the most abundant. Using the Van Dorn method, 4,700,605 individuals were identified during June and July 2024, and 1,374,023 in September. The species *Pseudo-nitzschia* (32.75%) and *Leptocylindrus danicus* (27.69%) were most prevalent in June and July, while in September the most frequent species were *Cylindrotheca closterium* (9.02%), *Cocconeis placentula* (8.27%), and *Guinardia striata* (8.27%). Using the surface trawl method, 3,330 zooplankton were identified in June and July, and 36,976 individuals in September. The most abundant species were *Penilia avirrostris* (15.92%), *Canthocalanus pauper* (8.71%), and *Eucalanus* sp. The most representative species in June and July were *Penilia avirrostris* (28.78%), *Paracalanus parvus* (14.39%), and *Oncaea clevei* (7.52%), representing 7.51% of the total. Phytoplankton diversity indices, specifically the Shannon-Wiener ( $H'$ ) index, fluctuated between 1.30 and 1.72 bits in June and July, while in September they increased significantly to 2.09 bits, indicating greater seasonal diversity. The Simpson index ( $D'$ ) rose from 0.65–0.70 bits to 0.81–0.87 bits, reflecting a more uniform and stable community. The Pielou index ( $J'$ ) also increased, from 0.50–0.84 bits to 0.68–0.93 bits, indicating a more homogeneous distribution of individuals among species, without any single species dominating. For zooplankton organisms in June and July, Shannon-Wiener ( $H'$ ) = 3.14 bits, Simpson ( $D'$ ) = 0.94 bits, and Pielou ( $J'$ ) = 0.42–0.53 bits, compared to September, when Shannon-Wiener  $H'$  decreased to 2.63–1.98 bits and Simpson  $D'$  to 0.68–0.90 bits. Although total abundance was higher in September, the community was less evenly distributed and dominated by a few

species. Environmental variations, especially temperature (22.2–24.9 °C), but with notable variations in pH, which decreased from 7.2–7.7 in June–July to 5.5–5.8 in September, showed significant correlations with planktonic structure. The results showed a strong influence of physical-chemical variability on the composition, evenness and dynamics of plankton, demonstrating its importance for understanding the ecological functioning of coral ecosystems.

**Keywords:** *biological indicators, temperature, salinity, pH, biodiversity, food chain.*

# INTRODUCCIÓN

Los arrecifes de coral son hábitats submarinos que se caracterizan por su alta diversidad, principalmente de peces y macroinvertebrados (Hoek & Bayoumi, 2017; Shinzato & Yoshioka, 2024), son conocidos como los ingenieros de los ecosistemas marinos, proporcionando refugio y alimento para una gran variedad de vida marina (Figueroa-Pico et al., 2020), además, son vitales para la economía global, ya que sostienen industrias pesqueras, turísticas y recreativas (Glynn, 2003). Por lo que se estima que generan más de 375 mil millones de dólares anuales en bienes y servicios, incluyendo pesca, turismo y protección costera (Reguero et al., 2019). Los arrecifes de coral desempeñan un papel crucial en la protección de las costas contra la erosión y las tormentas, al actuar como barreras naturales que absorben la energía de las olas (EPA, 2023).

Los corales que forman arrecifes se caracterizan por ser hipercalcificadores, extrayendo cantidades masivas de carbonato de calcio del medio y depositándolo en forma de esqueleto. Dentro del tejido coralino, algas simbióticas (dinoflagelados), comúnmente llamadas zooxantelas (Plama - Sánchez, 2021; Walther-Mendoza et al., 2016), viven en simbiosis eliminando y utilizando el CO<sub>2</sub> y nitrógeno para el crecimiento y la fotosíntesis (LaJeunesse, 2020). De esta agrupación pólipos-microalgas depende aproximadamente el 90% de la nutrición del coral, la salud y conservación de los arrecifes coralinos (Xu et al., 2022).

Otros de los organismos que viven en relación con los corales son el fitoplancton y zooplancton. El fitoplancton constituye la base de la cadena trófica (Arteaga Sogamosa et al., 2008) y es considerado un componente autótrofo esencial del plancton en los ecosistemas oceánicos y de agua dulce. Una de sus principales características es su capacidad de realizar la fotosíntesis para obtener energía (Jahan, 2023), por lo que las comunidades fitoplanctónicas desempeñan un papel clave en el ciclo universal del carbono (Matsumoto et al., 2020; Xiao et al., 2021).

El zooplancton, por su parte, cumple una función fundamental en los procesos biogeoquímicos, especialmente como componente de biomasa y diversidad biológica, ya que transfieren gran parte de la energía fijada por los productores primarios (fitoplancton)

hacia los niveles tróficos superiores (Heneghan et al., 2016). La composición y abundancia del fitoplancton como del zooplancton en las zonas costeras es regulada por diversos factores ambientales, tales como, la temperatura, oxígeno disuelto, luz solar, pH, salinidad, turbiedad y nutrientes (Baylón et al., 2019; Shah et al., 2018), es por ello, que estos organismos son consideradas como bio-indicadores naturales de la calidad del agua.

En la provincia de Santa Elena se han reportado la presencia de zonas coralinas en la Reserva de Producción de Fauna Marina Costera Puntilla de Santa Elena (REMACOPSE) y Reserva Marina El Pelado. No obstante, a lo largo de la costa continental y en las islas Galápagos existen parches rocosos con comunidades coralinas discontinuas formando los asentamientos coralinos más australes del Pacífico Este Tropical (Glynn, 2003; Laborda, 2018).

La mayor parte de los estudios relacionados a arrecifes de coral, se han centrado en las Islas Galápagos, tales como los indican los siguientes autores (Glynn et al., 2015, 2018; Manzello et al., 2014; Rhoades et al., 2023). Para la costa del Ecuador, el estudio del plancton asociado a zonas coralinas es muy limitado, entre ellos se reportan estudios desarrollados en zonas específicas como Esmeraldas, Machalilla y Santa Elena (Prado et al., 2012; Rivera, 2012), (Cabrera-Carreño & Alió-Mingo, 2020), (Quijije-López et al., 2020) (Cárdenas-Calle et al., 2018, 2020). Estudios realizados por Rivera en Esmeraldas, Manabí, Santa Elena y El Oro durante el 2012 en 81 sitios en una extensión de 238 km de costa se registraron 115 especies planctónicas: 84 de zooplancton y 31 de ictioplancton siendo los crustáceos los organismos más abundantes. En Santa Elena se registró un total de 54 especies y el sitio La Entrada presentó la mayor riqueza de especies (36 especies) seguida de La Rinconada con 33 especies, El Pelado A1 con 31 especies y el Pelado A3 con 30 especies de zooplancton (Rivera, 2012).

Sin embargo, se desconoce el rol que cumple el fitoplancton y zooplancton en las comunidades coralinas en la Reserva de Producción de Fauna Marina Costera Puntilla de Santa Elena (REMACOPSE), es por ello que el presente estudio tiene como objetivo caracterizar el fitoplancton y zooplancton asociado a las comunidades coralinas ubicadas en la costa sur de la Península de Santa Elena con el fin de comprender su diversidad, distribución y dinámica, así como sus interacciones ecológicas dentro de este ecosistema marino usando metodologías estandarizadas a nivel internacional.

## PROBLEMÁTICA

Los arrecifes de coral son ecosistemas diversos y productivos, pero sensibles a cambios en su entorno tales como el aumento de temperatura y la contaminación (EPA, 2023), uno de los principales factores que provocan la muerte de los corales y por ende la expulsión de las zooxantelas, es el blanqueamiento de coralino (Curran & Barnard, 2021).

La productividad de los ecosistemas marinos, especialmente de los organismos fitoplanctónicos es la producción primaria ya que estos se encuentran relacionados con los parámetros ambientales del medio (Altairano-Vera, 2022; Contreras-Espinosa & Rivera-Guzmán, 2005), presente en la zona eufótica juega un papel crucial al ser una fuente de alimento para un sin número de organismos como el zooplancton, larvas de peces, entre otros. La abundancia y diversidad de los organismos fitoplanctónicos y zooplanctónicos dependen de condiciones óptimas para su floración (Baylón et al., 2019).

El área marina de la REMACOPSE representa más del 99% del área protegida y se constituye en sitios de interacción entre la actividad pesquera artesanal, industrial y diversas especies entre las cuales encontramos especies representativas como los mamíferos marinos, reptiles marinos, peces, macroinvertebrados, entre otros (MAATE, 2020).

A pesar de ser un sitio de suma importancia biológica, aún existe una escases de información en la reserva REMACOPSE, a esto se le suma las actividades económicas que se realizan dentro de la reserva tales como la pesca artesanal, ya que dentro de la reserva se encuentran las caletas pesqueras Anconcito, Santa Rosa y Ballenita, el turismo recreativo es otra de las actividades económicas que se realizan dentro de la reserva (MAATE, 2020). Otra actividad que se suma a las ya mencionadas, es la explotación petrolera que lleva más de 100 años constituyéndose en el principal recurso no renovable de la provincia (GAD Provincial de Santa Elena, 2023).

En este contexto, se plantea la siguiente pregunta ¿Cómo se caracteriza la composición, abundancia y diversidad del fitoplancton y zooplancton asociado a comunidades coralinas en la costa sur de la Península de Santa Elena y cuál es su relación con factores ambientales?

## JUSTIFICACIÓN

Los arrecifes rocos coralinos de la costa sur de la Península de Santa Elena alberga una abundante biodiversidad de ecosistemas marinos, incluyendo las comunidades coralinas consideradas de gran importancia económica y de gran valor ecológico, además de ser organismos cruciales en la salud y estabilidad de los ecosistemas marinos costeros. El área marina de la REMACOPSE representa más del 99% del área protegida y se constituye en sitios de interacción entre la actividad pesquera artesanal, industrial y diversas especies entre las cuales encontramos especies representativas como los mamíferos marinos, reptiles marinos, peces, macroinvertebrados, entre otros (MAATE, 2020). La salud de estos ecosistemas coralinos depende de las interacciones biológicas que mantiene entre diversos organismos simbioses (LaJeunesse et al., 2018).

La falta de información sobre la relación que tienen los organismos fitoplanctónicos y zooplanctónicos con los corales en el Ecuador, especialmente en la Provincia de Santa Elena, mantienen un vacío sobre la composición y abundancia existente de estos organismos en la provincia y se desconoce la relación e importancia en zonas coralinas, su estado, su papel en salud y el equilibrio que generan en dichas comunidades y las posibles afectaciones por efecto del cambio climático o actividades humanas; por lo tanto, la información generada en esta investigación será de suma utilidad para conocer las especies de fitoplancton y zooplancton existente en la zona ya que son sensibles ante cambios de temperatura, pH, acidez y contaminación de las aguas marinas y para que los administradores de las áreas marinas protegidas de la REMACOPSE tengan información técnica para la toma de decisiones y manejo sustentable de esta área.

Los estudios puntuales realizados en zonas coralinas en los últimos 13 años que se han registrado corresponden a zonas como la Reserva Ecológica Manglares Cayapas Mataje (Provincia de Esmeraldas), La Reserva Marina El Pelado (Provincia de Santa Elena), Cojimíes (Provincia de Manabí) y un estudio más actualizado realizado a lo largo de la Costa Ecuatoriana por M. Cárdenas-Calle y colaboradores, mientras que para la zona sur de la Provincia de Santa Elena los estudios que se han realizado se centran en macroinvertebrados marinos, incluyendo corales, macroalgas a través de caracterizaciones biológicas en varios estudios de impacto ambiental pero con limitada investigación a nivel de las comunidades fitoplancton y zooplancton (Cárdenas-Calle et al., 2018, 2020).

Se considera que los resultados obtenidos y el uso de metodologías estandarizadas para la caracterización de las comunidades fitoplanctónicas y zooplánctónicas proporcionarán una base de datos que comprenden análisis de diversidad y la relación con factores ambientales que servirán de ayuda para la ejecución de nuevos proyectos de investigación que comprendan el manejo y la conservación de estos organismos, además este estudio contribuye al conocimiento de la estructura trófica y resiliencia de los ecosistemas coralinos.

# OBJETIVOS

## Objetivo General

Caracterizar la composición, abundancia y diversidad del fitoplancton y zooplancton asociados a comunidades coralinas de la costa sur de la Península de Santa Elena, analizando su distribución, dinámica e interacciones ecológicas durante los meses de junio, julio y septiembre de 2024

## Objetivos Específicos

- Determinar la composición y abundancia relativa de las comunidades de fitoplancton y zooplancton.
- Evaluar la diversidad de las comunidades de fitoplancton y zooplancton.
- Analizar la relación de las comunidades fitoplanctónicas y zooplánctónicas con los factores ambientales (pH, temperatura y salinidad).

## **HIPÓTESIS**

La composición, abundancia y diversidad del fitoplancton y zooplancton asociado a las comunidades coralinas en la costa sur de la Península de Santa Elena varían significativamente en respuesta a los factores ambientales, de modo que cambios en la temperatura, salinidad y pH influyen directamente en la estructura y dinámica de estos organismos plantónicos.

# MARCO TEÓRICO

- **Zona submareal**

La zona submareal es una región del medio marino que permanece cubierta por agua la mayor parte del tiempo, extendiéndose desde el límite de la bajamar más baja donde la luz solar llega al fondo (Villamar & Cruz, 2007). Es conocida también como zona sublitoral, en la cual predominan las algas, corales formadores de arrecifes, y por ende una variedad de fauna marina adaptada a la vida sumergida (Calero, 2020).

- **Arrecifes rocosos**

Los arrecifes rocosos son ecosistemas altamente productivos y diversos, predominantes en regiones templadas donde los arrecifes de coral son escasos. Están formados por estructuras rocosas con grietas y cuevas que sirven de sustrato para comunidades bentónicas de invertebrados, peces y otras especies marinas. Sin embargo, los efectos del cambio climático están alterando su estructura ecológica y reduciendo la diversidad, por lo que se requiere fortalecer las investigaciones para comprender y proteger estos ecosistemas (Cisneros et al., 2025).

Funcionan como sitios de dispersión de larvas, zonas de crianza, refugio, alimentación y reproducción de muchas especies de invertebrados bentónicos, peces entre otros (Castañeda Fernández de Lara et al., 2010). Además de ello, aportan importantes servicios ecológicos y económicos para la región, ya que son considerados sitios de reclutamiento de especies con estatus de protección y de importancia para la pesca artesanal y comercial (MAATE, 2020).

- **Comunidades bentónicas**

Las comunidades bentónicas son organismos que se encuentran asociados a los fondos marinos osteros constituyen un eslabón importante dentro de la cadena trófica, una de sus principales funciones es la transferencia de energía entre los productores primarios y consumidores terciarios; estas comunidades bentónicas suelen ser muy distintas y cambian a lo largo de gradientes latitudinales, profundidad, temperatura del agua y salinidad (Crespo & Pardal, 2024).

- **Zooxantelas**

Las zooxantelas son algas simbiotas que se encuentran en la mayoría de los invertebrados de aguas poco profundas, especialmente en corales que forman arrecifes y en algunos tipos de foraminíferos y ciliados unicelulares (LaJeunesse, 2020).

Estos microorganismos simbiotas del género de la familia Symbiodiniaceae que incluye varios género que se distinguen genéticamente y por su tipo de asociación con los hospedadores principales actualmente reconocidos: *Symbiodinium*, *Breviolum*, *Cladocopium*, *Durusdinium*, *Effrenium*, *Fugacium*, *Gerakladium* y *Hallaxium* (LaJeunesse et al., 2018). Se encuentran dentro de los tejidos del huésped (coral) en densidades de millones de células por centímetro cuadrado. Se estima que estos organismos simbiotas satisfacen gran parte de las necesidades metabólicas diarias de la mayoría de los huéspedes.

- **Fitoplancton**

Son organismos microscópicos autótrofos que realizan fotosíntesis y constituyen el primer nivel trófico de los océanos, siendo la base de la cadena alimenticia que sustenta de manera directa o indirecta de la vida de los demás organismos marinos. Se encuentran en la zona superficial de los océanos, dentro de la zona eufótica que abarca desde la superficie hasta aproximadamente 200 metros de profundidad, donde penetran los rayos solares. Además, desempeñan un papel fundamental en el ciclo del carbono y sirven como indicadores biológicos para identificar riesgos o cambios ambientales en los ecosistemas marinos (Morales-Domínguez et al., 2023; López Magaña et al., 2016 ).

- **Composición fitoplanctónicas**

Se refiere al conjunto de especies de fitoplancton (microorganismos vegetales o algas microscópicas) que están presentes en un cuerpo de agua, como el mar, un lago o un río, en un momento y lugar predeterminados. Esta composición varía de acuerdo a: la temperatura del agua, la salinidad, la cantidad de nutrientes, la luz solar disponible y la circulación del agua (Zamudio et al., 2024).

- **Distribución del fitoplancton**

Su distribución varía significativamente según la disponibilidad de luz solar, nutrientes y la latitud. Se encuentran en mayor abundancia en aguas de latitudes altas y en zonas costeras, donde los nutrientes son arrastrados desde el suelo o afloran desde las profundidades (Margalef, 1973).

- **Indicadores biológicos**

Los indicadores biológicos reflejan las condiciones del entorno en el que viven, por lo que su utilización constituye un complemento esencial para el diagnóstico de la calidad ambiental en los ecosistemas acuáticos, junto con las mediciones físico-químicas. Su función como biomonitores no solo representan una herramienta eficaz para la evaluación ambiental, sino también un medio de comunicación de los cambios que ocurren en el ambiente (Gómez et al., 2020).

- **Zooplancton**

El zooplancton son organismos animales microscópicos que flotan en la columna de agua de cuerpos acuáticos como océanos y lagos, siendo arrastrados por las corrientes. Es el eslabón intermedio entre el fitoplancton y los consumidores mayores como peces y aves, formando la base de la cadena alimenticia en estos ecosistemas (Alcaraz & Calbet, 2003).

- **Composición zooplanctónica**

La composición del zooplancton varía según el ecosistema acuático, pero generalmente incluye una diversidad de organismos como copépodos, protozoos, rotíferos, cladóceros y larvas de peces, crustáceos y moluscos. Estos organismos a la deriva son heterótrofos forman un eslabón clave en la cadena alimentaria, sirviendo como fuente de alimento para peces y aves y a su vez alimentándose principalmente de fitoplancton (Quijije-López et al., 2020; Uttieri et al., 2023).

- **Distribución del zooplancton**

Se refiere a la forma en la que estos organismos se agrupan y distribuyen en el agua, influenciada por factores ambientales y su ciclo de vida. Se puede dar en gradientes horizontales (costa – océano) y verticales, y se divide en holoplancton (vida plantónica

completa) y meroplancton (parte del ciclo de vida plantónica) (Ardisson & Departamento de Recursos del Mar, Cinvestav., 2024; Luzuriaga, 2017).

- **Abundancia del fitoplancton**

Es la cantidad de organismos fitoplanctónicos presentes en un volumen determinado de agua. En otras palabras, mide cuantas células, colonias o unidades de fitoplacton hay en una muestra, lo que permite evaluar la productividad y el estado ecológico de un ecosistema acuático, mismo que varía según factores como nutriente, luz, temperatura, pH y corrientes (Boyd, 2017). Las floraciones o blooms de fitoplacton han aumentado en frecuencia y tamaño en zonas costeras, pero otros hábitats oceánicos han disminuido debido al cambio climático y a la contaminación (Hallegraeff et al., 2021). Su composición y cantidad son indicadores clave del estado ecológico de un ecosistema acuático, ya que son la base de la cadena alimenticia.

- **Abundancia del zooplancton**

Es la cantidad de organismos zooplanctónicos presentes en un volumen específico de agua. En términos simples, indica cuantos individuos de zooplancton hay en una muestra (Gagneten et al., 2022), sin embargo, varía considerablemente según la ubicación, la época del año y otros factores ambientales. Puede fluctuar entre unos pocos miles y más de 10,000 individuos por metro cubico, con picos que pueden alcanzar entre 6,000 y 7,000 individuos/m<sup>3</sup> durante ciertas épocas (Gómez-Márquez & Peña-Mendoza, 2013). Las concentraciones de zooplancton se encuentran influenciadas por la temperatura del agua, disponibilidad de fitoplancton y otros parámetros como la salinidad y la distancia a la costa (Prado et al., 2018).

- **Factores ambientales**

Dentro de los ecosistemas acuáticos los factores ambientales son claves para la determinación de la composición fitoplanctónica y zooplanctónica, el aumento en la carga de nutrientes favorece al desarrollo de determinados grupos planctónicos dando paso al proceso de eutrofización que, a su vez, provoca una disminución en la transparencia de la columna de agua, cambios en la concentración de oxígeno disuelto, aumento de la biomasa de fitoplancton ocasionando floraciones algales. El crecimiento, la abundancia

y distribución planctónica se relaciona con variables físicas como: pH, temperatura, oxígeno disuelto, salinidad (Tang et al., 2024).

### **Marco Legal Ambiental.**

#### **Constitución de la Republica del Ecuador, 2008**

**Art. 14.-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

**Art. 71.-** La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

**Art. 72.-** La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

**Art. 73.-** El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

**Art. 74.-** Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir.

Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.

#### **Código Orgánico del Ambiente, COA 2017**

**Art. 275.-** Del aprovechamiento sostenible de los recursos marinos costeros. El aprovechamiento sostenible de los recursos marinos y costeros deberá:

1. Mantener la diversidad, calidad y disponibilidad de los recursos pesqueros a fin de garantizar los procesos ecológicos (...) y,

7. Promover la cooperación bilateral, regional y multilateral en la investigación y conservación, reconociendo la naturaleza transfronteriza de los ecosistemas acuáticos.

**Art. 276.-** Del ecosistema de zonas y comunidades coralinas. La Autoridad Ambiental Nacional regulará las actividades que causen o puedan causar daño al ecosistema de las zonas y comunidades coralinas, arrecifes, y en todas las áreas marinas intermareales y riveras del territorio ecuatoriano, mediante las siguientes prohibiciones:

1. Verter residuos sólidos y líquidos;
2. Extraer y comercializar cualquier tipo de coral con fines comerciales o cualquier uso, exceptuando la recolección de muestras para fines científicos y de investigación debidamente autorizada;
3. Efectuar actividades turísticas sin contar con los permisos y autorizaciones pertinentes; y,
4. Otras establecidas por la Autoridad Ambiental Nacional.

**Reglamento al Código Orgánico del Ambiente, Decreto Ejecutivo No. 752, 2019.**

**Art. 769.- Ecosistemas de importancia.** - En el espacio marino serán considerados como ecosistemas de importancia para la conservación y manejo de la biodiversidad marina y valor para el uso humano los siguientes:

- a) Los arrecifes y comunidades coralinas, arrecifes rocosos o bancos arenosos y cordilleras submarinas, cuyo valor ecológico y para el uso humano hayan sido documentados por la comunidad científica y académica; y,
- b) Los sitios con una alta riqueza de especies o que alberguen hábitats críticos para la reproducción, reclutamiento, alimentación, descanso o rutas migratorias de especies amenazadas o de valor para el uso humano cuyas poblaciones hayan sido disminuidas o se encuentren bajo algún tipo de presión como sobrepesca, contaminación, especies introducidas, calentamiento global.

En el espacio costero serán considerados como ecosistemas de importancia para la conservación y manejo de la biodiversidad, el manglar y demás humedales costeros, así

como los remanentes naturales de bosque seco que se encuentren en las cuencas hidrográficas con frente costero.

El Estado priorizará, incentivará, apoyará y facilitará la investigación realizada por la comunidad científica o académica que contribuya con el Estado en identificar, justificar y localizar espacialmente los ecosistemas de importancia para la conservación y manejo de la biodiversidad marina.

**Art. 776.- Ecosistema de arrecifes y comunidades coralinas.** - Todas las especies de corales duros y blandos y organismos asociados están protegidas por el Estado, por lo que está prohibida su extracción, procesamiento y comercialización. Se exceptúa la recolección de muestras de especímenes o individuos para fines de investigación, debidamente autorizada por las autoridades competentes.

La investigación de arrecifes y comunidades coralinas será promovida por el Estado y se efectuará de acuerdo a los protocolos de investigación emitidos por la Autoridad Ambiental Nacional, en coordinación con la Autoridad Nacional de Investigación.

Las comunidades coralinas, por su fragilidad ecológica y servicios ambientales que ofrece, serán consideradas como zonas intangibles, independientemente que se encuentren dentro o fuera del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Su localización constará en la cartografía oficial del Estado y los organismos sectoriales competentes adoptarán las medidas pertinentes para su protección.

#### **Convenio sobre la Biodiversidad Biológica, CDB 1992.**

Promueve la conservación de ecosistemas y el uso sostenible de sus componentes.

#### **Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho al Mar, CONVEMAR 1982.**

Establece las obligaciones para a protección y preservación del medio marino.

#### **Convenio de RAMSAR, 1971.**

Es la convención sobre los humedales de importancia internacional, en el que también se incluyen ecosistemas costeros y marinos de alta productividad biológica.

## **Estrategia Nacional de Biodiversidad, 2015-2030**

Establece como línea de acción prioritaria el monitoreo y estudio de los ecosistemas marino costeros, fomentando la investigación científica sobre la estructura y dinámica de las comunidades biológicas, como el fitoplancton y el zooplancton, por su papel en la productividad marina.

### **Objetivos de Desarrollo Sostenible**

ODS 14: Vida Marina: Tiene como propósito conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.

# METODOLOGÍA

## **Tipo de investigación**

Es una investigación de tipo descriptiva porque se centra en caracterizar la composición, abundancia y diversidad del fitoplancton y zooplancton asociados a comunidades coralinas, sin manipular variables.

No experimental, transversal: se realizaron muestreos en tres periodos (junio, julio y septiembre) sin intervención en las condiciones naturales.

## **Enfoque**

Este estudio tiene un enfoque cuantitativo, se basa en mediciones numéricas (conteo de individuos, índices de diversidad como Shannon, Simpson, Pielou) y análisis estadísticos (PRIMER, n-MDS, cluster).

## **Paradigma**

Positivismos

## **Población de estudio**

Fitoplancton y zooplancton asociado a las zonas de corales en los sitios de estudio

## **Muestra**

Se muestrearon 12 estaciones durante junio y julio de 2024 en los sitios que se encuentran dentro de la REMACOPSE.

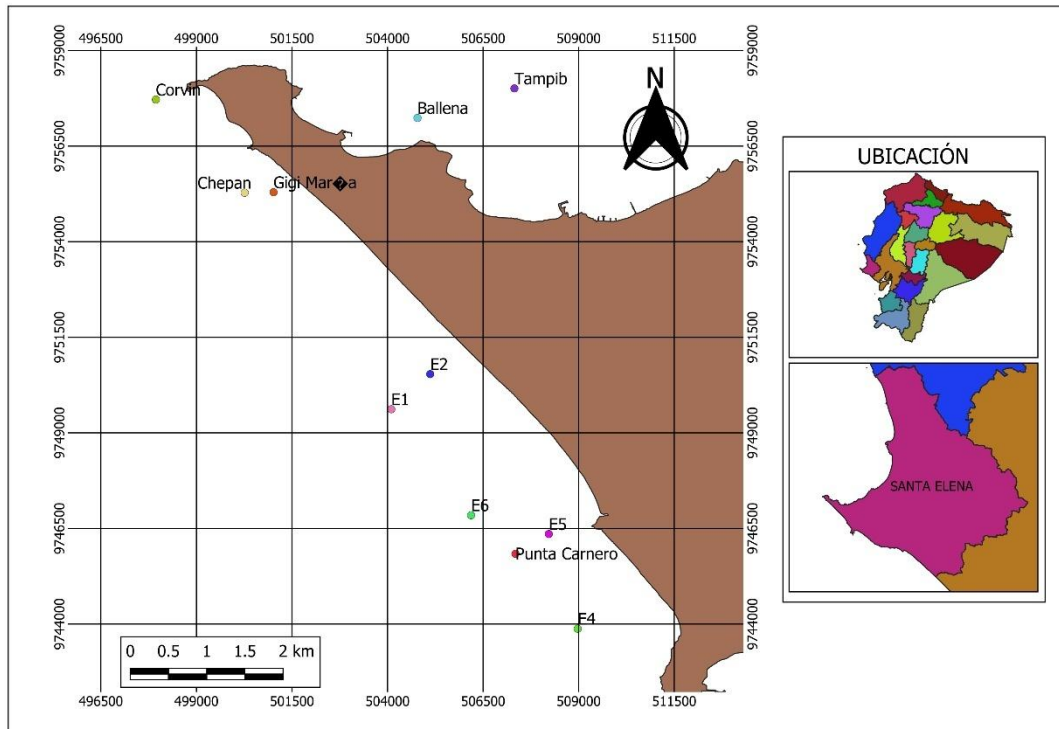
## **Instrumento de medición**

Observaciones directas, recolección de muestras *in situ* y la observación de muestras de fitoplancton y zooplancton recolectadas en los 12 sitios de estudios se realizó en el laboratorio.

## **Área de Estudio**

Se muestrearon 12 sitios en la zona sureste de la Puntilla de Santa Elena en la provincia de Santa Elena durante marea baja que incluyeron zonas rocosas y coralinas (Figura 1).

Este estudio incluyó la Reserva de Producción de Fauna Marino Costero Puntilla Santa Elena (REMACOPSE).



**Figura 1.** Ubicación geográfica de los sitios de muestreo.

Las coordenadas de cada estación de muestreo se tomaron utilizando un GPS marca Garmin, para registrar los puntos de muestreo (Tabla 1). La distancia entre punto de muestreo y la costa fue de 1 a 2 millas náuticas.

**Tabla 1.** Tabla para toma de muestras

Estación	Fecha	Coordenadas UTM WGS 84 17S		Tipo de Hábitat
		X(Este)	Y(Norte)	
Punta Carnero	8 de junio de 2024	507344	9745835	Rocosa
Gigi María	8 de junio de 2024	501014	9755292	
Chepan	8 de junio de 2024	500259	9755280	Parches de arena
Corvin	8 de junio de 2024	497937	9757715	Rocoso
Ballena	8 de junio de 2024	504781	9757236	Arena y roca
Tambip	8 de junio de 2024	507317	9758008	Parche rocoso
E1	12 de septiembre de 2024	504096	9749617	
E2	13 de septiembre de 2024	505114	9750535	Parches de arena
E3	13 de septiembre de 2024	508220	9741502	Rocoso
E4	13 de septiembre de 2024	508974	9743875	Arena y roca
E5	13 de septiembre de 2024	508218	9746352	Parche rocoso
E6	13 de septiembre de 2024	506184	9746844	

## Muestreo en campo

El levantamiento de información biótica se realizó en 12 estaciones de muestreo en junio, julio y septiembre de 2024 para determinar la composición, abundancia y distribución de estos microorganismos.

Se realizaron dos tipos de muestreo, método de arrastres superficial durante cinco minutos a una velocidad de dos nudos, empleando redes cónicas de 55 micras para el fitoplancton (Imagen 1) y 200 micras de luz de malla para el zooplancton (Imagen 1) y para aguas profundas ubicadas cerca de la zona rocosa y coralina se usó la botella Van Dorn son botellas cilíndricas plásticas o de metal, con un sistema de cierre y apertura en los extremos a través de una válvula o “sopapa” que se activa mecánicamente por medio de un mensajero. Este mecanismo permite tomar la muestra a la profundidad deseada. Estos instrumentos normalmente están equipados con un termómetro y tienen un volumen de 2, 3 o 5 litros, y reconocidos como los principales instrumentos de muestreo de agua subsuperficial (Venrick, 1978).



**Imagen 1.** Redes cónicas para fitoplancton y zooplancton

Las muestras de fitoplancton fueron preservadas con Lugol (Woelfl et al., 2018) y las de zooplancton con formol al 4% neutralizado con tetraborato de sodio y almacenadas en frascos plásticos de 250 ml de capacidad (Samanez Valer et al., 2014; Woelfl et al., 2018).

### **Análisis de variables ambientales**

Se colectó una muestra de agua de mar para analizar la temperatura, salinidad, pH mediante el uso de un multiparámetro portátil 5 en 1 APERA PC60 (Imagen 2), diseñado para medir pH, conductividad (EC), TDS, salinidad y temperatura, ideal para uso externo, ofrece lecturas rápidas y precisas gracias a los sensores de alta sensibilidad que posee e incluye calibración automática. La transparencia del agua del agua se midió usando el disco Secchi (Imagen 3). Para medir la profundidad de cada sitio, se utilizó un cabo y un peso.



**Imagen 2.** Multiparámetro portátil APERA PC60.



**Imagen 3.** Disco Secchi.

## Análisis de laboratorio

El análisis de las muestras de fitoplancton y zooplancton se analizaron en el laboratorio del Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca IPIAP.

Para el conteo del fitoplancton se utilizó el método de Utermöhl (EPA, 2021; Reguera & Alonso, 2011), método cuantitativo, el cual se utiliza para la cuantificación de estos organismos, consiste en homogenizar la muestra, donde se utilizaron cámaras de sedimentación de 10 cc de capacidad y microscopio invertido, para este método se sugiere trabajar con volúmenes determinados y tiempos estandarizados para sedimentación, ayudando a minimizar sesgos en la estimación de las densidades de los organismos. Este método se sugiere utilizar para el análisis de muestras de fitoplancton tomadas con botella Van Dorn.

Otro de los métodos que se utilizó para el conteo de organismos fitoplanctónicos, es el de Semina (Semina, 1978), se utiliza para el análisis de organismos fitoplanctónicos recolectados mediante el método de arrastre superficial. El método Semina cualitativo consiste en homogenizar la muestra y con una pipeta de 1ml colocar una gota de la muestra en un portaobjetos para observar mediante un microscopio estándar.

Tanto el método de Utermöhl, como el método de Semina, se utiliza para estimar la abundancia de los organismos fitoplanctónicos.

La abundancia se calcula teniendo en cuenta el volumen sedimentado y el número de campos visuales contados en  $\text{cel.l}^{-1}$ , para lo cual se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Cel.l}^{-1} = \frac{(N \times ch \times cv)}{vc}$$

donde:

N= Número de células encontradas por especie.

ch= Número de campos horizontales contados

cv= Número de campos verticales contados

vc= Volumen de la cámara

Para la identificación de las algas presentes se utilizaron claves y libros especializados, entre los principales tenemos: Cronberg (2004), Tomas 1996, COI 1995, Balech 1988, Hallegraeff et. al., (1995), Sar et. al., (2002), entre otros.

El análisis cualitativo del zooplancton se analizó utilizando cámaras Dolfus y la técnica de Frontier (Boltovskoy 1981), con la ayuda de un estéreo microscopio y una alícuota de 25 ml, se identificaron las principales taxas de las muestras. Para la identificación taxonómica del zooplancton se utilizaron los trabajos de Alhstrom y Moser (1980), Boltovskoy (1981), Beltrán-León y Ríos (2000), entre otros.

### **Análisis de datos ecológicos y estadísticos**

Los datos de abundancia de cada taxón de fitoplancton y zooplancton determinado para cada sitio de estudio serán usados para construir una matriz para los análisis estadísticos. Mediante el uso del programa PRIMER (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research) (Clark & Warwick, 2001), versión 7, el mismo que emplea métodos no paramétricos para el análisis de datos multivariados de ecología de comunidades.

A partir de estas matrices de abundancia se realizó un análisis de agrupamiento o de conglomerados (Cluster análisis). Para el análisis de este resultado se tomarán como grupos separados aquellos que presenten un 50% de similitud. Para visualizar la similitud de las comunidades biológicas estudiadas, se ordenarán las muestras mediante el Escalamiento Multidimensional no Métrico (n-MDS). Para ambos análisis se generará una matriz de similitud utilizando el índice de Bray-Curtis sobre los datos transformados a raíz cuarta para quitar el peso de las especies dominantes (Clark & Warwick, 1994).

Para medir la biodiversidad y describir los ensamblajes de organismos muestreados, se calcularán los índices de Riqueza (S), Shannon-Wiener (H'), índice de dominancia o de Simpson (D') basado en el cálculo de 1-Lambda, equidad de Pielou (J') mediante el uso del menú DIVERSE del PRIMER (Clark & Warwick, 2001).

Dichos cálculos se expresaron en una tabla resumen para cada área de estudio para fitoplancton y zooplancton muestreado mediante arrastre superficial.

## RESULTADOS

La costa sur de la Península de Santa Elena constituye una de las zonas marino-costeras más dinámicas y ecológicamente relevantes del Ecuador. Este sector se caracteriza por la presencia de comunidades coralinas que sirven como hábitats esenciales para una amplia diversidad de organismos marinos. Las condiciones oceanográficas de la región están influenciadas por la interacción de corrientes marinas, variaciones estacionales en temperatura y salinidad, así como por procesos locales de surgencia que enriquecen el ambiente con nutrientes. Este escenario favorece el desarrollo de comunidades planctónicas, particularmente de fitoplancton y zooplancton que desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento del ecosistema coralino. Debido a su sensibilidad a los cambios ambientales, estos grupos biológicos constituyen indicadores clave del estado ecológico y de la salud de las comunidades coralinas presentes en la zona de estudio.

### **Composición y abundancia de fitoplancton en las zonas de estudio**

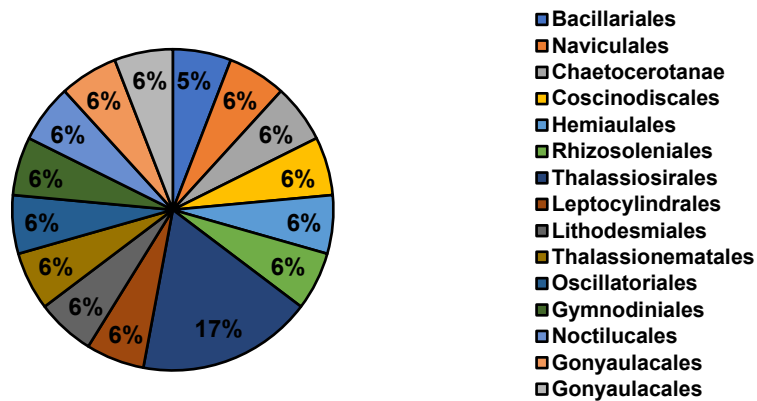
- **Aguas superficiales Fitoplancton**

La composición de especies fitoplanctónicas hace referencia a la diversidad y abundancia de los distintos tipos de organismos que forman parte del fitoplancton, los cuales incluyen diferentes grupos como: diatomeas, dinoflagelados, cianobacterias, clorofitas y otros organismos fotosintéticos (Zamudio - Resendiz et al., 2024). En este estudio durante los meses de junio y julio de 2024 se colectaron 1'350.432 individuos mediante el método de arrastre superficial, distribuidos en 54 especies en las 6 estaciones en las que se realizó el estudio. Así mismo, se identificaron un total de 17 familias, pertenecientes a 15 órdenes y 5 clases.

En cambio, durante septiembre de 2024 se muestrearon 2'058.048 individuos usando el método de arrastre superficial, identificándose 89 especies en 6 estaciones, es decir, en mayor cantidad que los meses de junio y julio de 2024. También, se determinó un total de 23 familias, 18 órdenes y 5 clases a diferencia de los meses anteriores. Este incremento en el número de especies y organismos sugiere una fase de mayor productividad biológica en septiembre, posiblemente influenciada por procesos de surgencia costera que enriquecen las aguas superficiales con nutrientes provenientes de capas más profundas, estimulando la proliferación de diatomeas y dinoflagelados (Tapia-Larios, 2024).

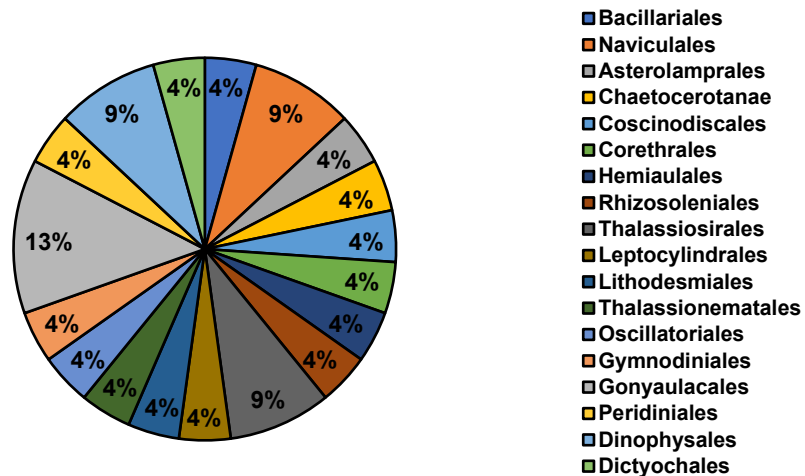
Con los resultados mencionados anteriormente el debido que 1, que inciden directamente De igual manera, en cuanto a composición para junio y julio de 2024 se determinó que la orden Thalassiosirales fue representada por 3 familias, resultando la que mayor número de familias se identificó, con una frecuencia del 17,65 % (Figura 1). Cabe mencionar, que las demás órdenes presentaron una sola familia cada una.

**Figura 1.** Órdenes de fitoplancton muestreados en los meses de junio y julio de 2024 mediante el método arrastre superficial



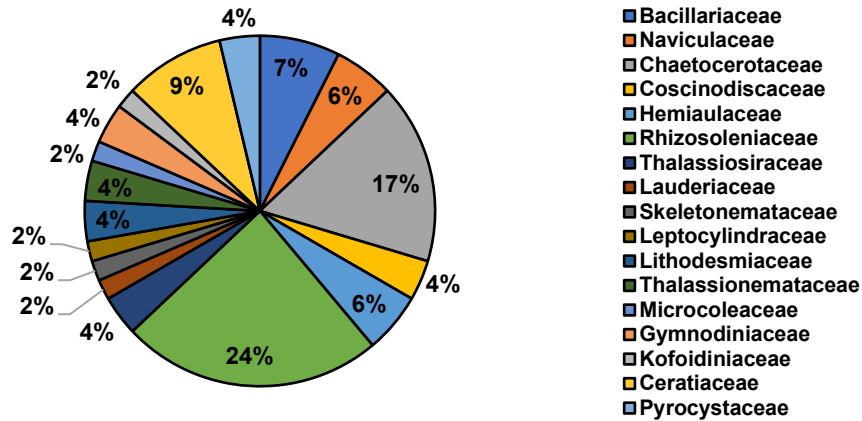
Por otro lado, en composición en el mes de septiembre fue distinta, ya que se encontró que las órdenes de Gonyaulacales (3 familias), Thalassiosirales (2 familias), Naviculales (2 familias), Dinophysales (2 familias) fueron las más representativas, en frecuencia de 13,04 % y 8,70 % para las demás respectivamente (Figura 2). Así mismo, las demás órdenes presentaron una sola familia cada una.

**Figura 2.** Órdenes de fitoplancton muestreados en el mes de septiembre de 2024 mediante el método arrastre superficial



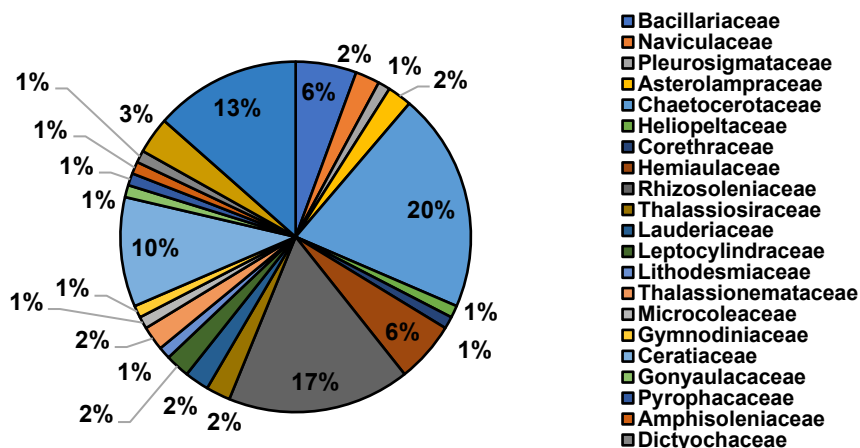
Además, cualitativamente con una frecuencia del 24,07 % y 16,67 % respectivamente, las familias Rhizosoleniaceae (13 sp.) y Chaetocerotaceae (9 sp.) resultaron ser las más a durante el muestreo de los meses de junio y julio de 2024 (Figura 3).

**Figura 3.** Familias colectadas de fitoplancton durante los meses junio y julio de 2024 mediante el método arrastre superficial



De igual manera, para el mes de septiembre de 2024 se determinó de manera cualitativa que las familias Chaetocerotaceae (18 sp.) y Rhizosoleniaceae (15 sp.) fueron las más representativas con una frecuencia del 20,22 % y 16,85 % respectivamente (Figura 4).

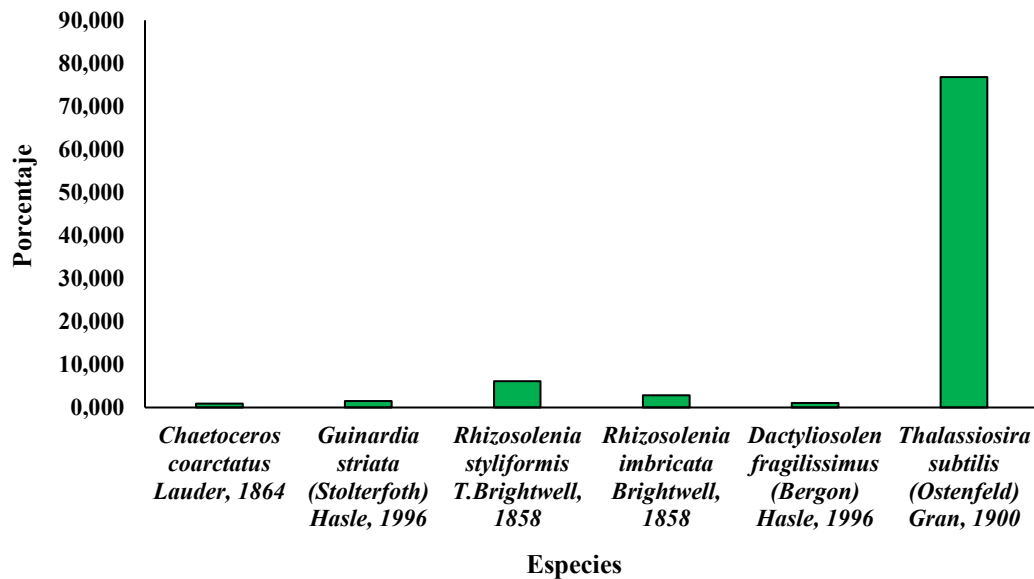
**Figura 4.** Familias colectadas de fitoplancton durante el mes de septiembre de 2024 mediante el método arrastre superficial



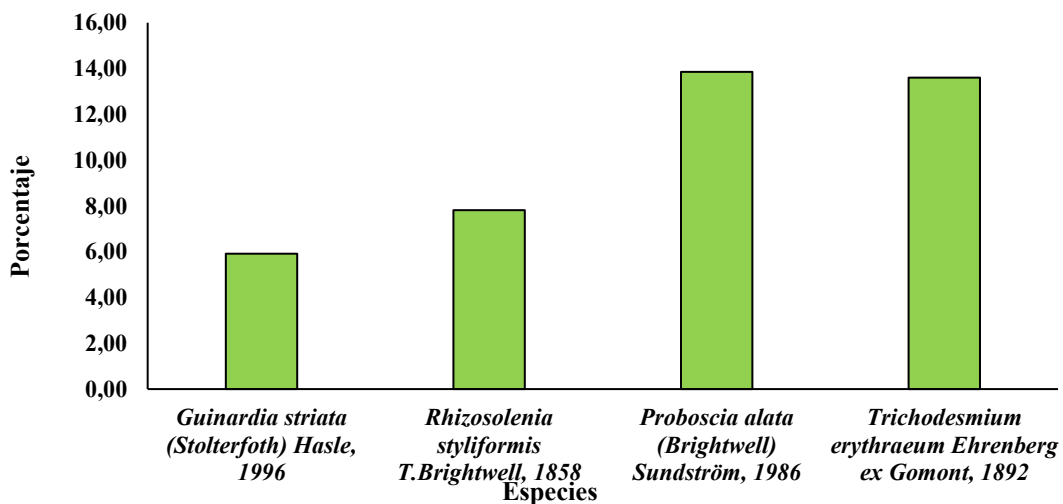
Esta diferenciación entre los meses de estudio es debido a que la composición de las especies fitoplanctónicas varían según los factores ambientales y físico – químicos como la temperatura, la luz, la disponibilidad de nutrientes y la salinidad de agua que son cambiantes de acuerdo a la estación y las mareas (Tapia-Larios, 2024).

En cuanto a las especies identificadas de *Thalassiosira subtilis*, *Rhizosolenia styliformis* y *Guinardia striata* estuvieron presentes en todas las localidades estudiadas resultando ser las más abundantes en una frecuencia de 76,77 %, 2,81 % y 1,53 % respectivamente de entre las 54 especies de fitoplancton colectadas durante los meses de junio y julio de 2024 (Figura 5). En contraste, para el mes de septiembre de 2024 se cuantificó a las especies *Proboscia alata* y *Trichodesmium erythraeum* como las más abundantes con una frecuencia de 13,85 % y 13,60 % respectivamente de entre las 89 especies registradas. Así mismo, se repitieron las especies de *Guinardia striata* y *Rhizosolenia styliformis* con frecuencias altas de 5,92 % y 7,81 % como en los meses de junio y julio.

**Figura 5.** Abundancia relativa de las especies colectadas de fitoplancton durante los meses de junio y julio de 2024 mediante el método arrastre superficial

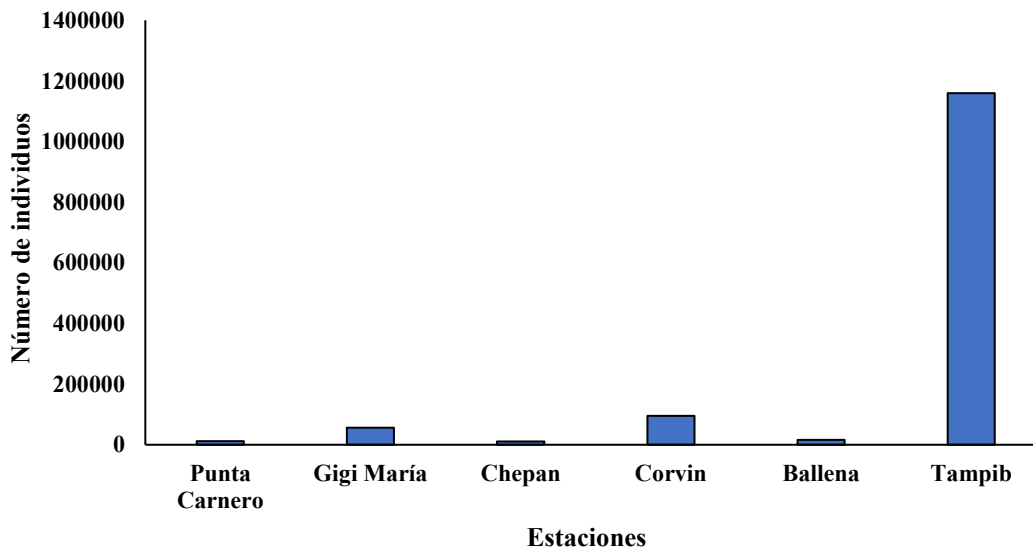


**Figura 6.** Abundancia relativa de las especies colectadas de fitoplancton durante el mes de septiembre de 2024 mediante el método arrastre superficial



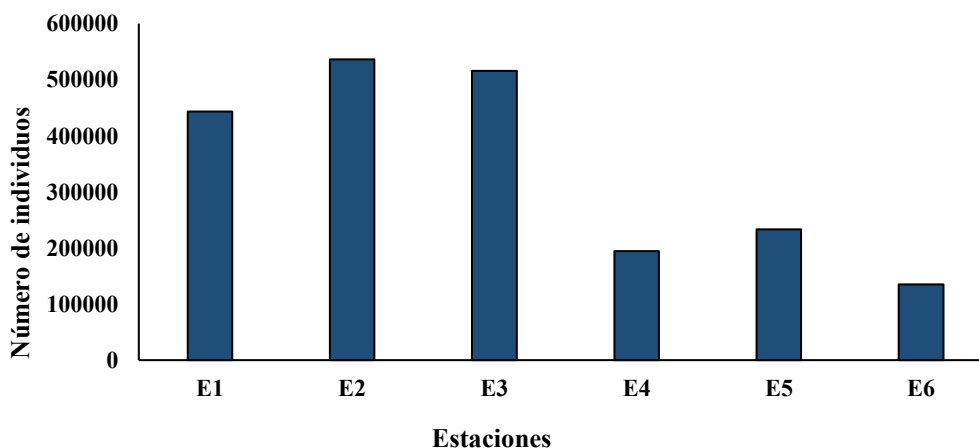
Durante los meses junio y julio de 2024, se registró un total de 1'159.488 individuos colectados, siendo la cifra más representativa en cuanto a abundancia entre todas las estaciones muestreadas. En contraste la menor cantidad se obtuvo con 12.096 individuos muestreados (Figura 7).

**Figura 7.** Abundancia total de las especies colectadas de fitoplancton durante los meses de junio y julio de 2024 mediante el método arrastre superficial por estación de muestreo



Para el mes de septiembre de 2024 se realizó los muestreos dando como resultado a la estación E2 con 536.544 individuos colectados como la más representativa en abundancia de todas las estaciones estudiadas y a E6 en menor número con 134.784 de individuos muestreados, esto debido a que están más alejadas y cercanas a zonas de reproducción (Figura 8).

**Figura 8.** Abundancia total de las especies colectadas de fitoplancton durante el mes de septiembre de 2024 mediante el método arrastre superficial por estación de muestreo



- **Fitoplancton mediante método de Van Dorn**

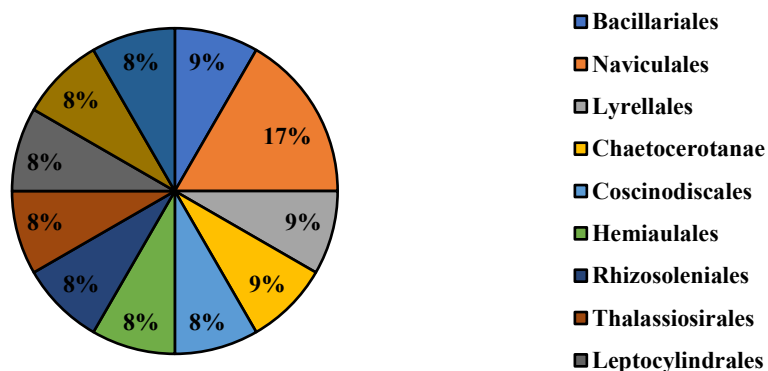
La composición de especies fitoplanctónicas ocupan una diversidad alta de especies, y que no solamente un método usado para su colecta lograría un porcentaje necesario para conocer su distribución en un área determinada. Dicho esto, se sabe que se utiliza otros métodos como el de Van Dorn, que ha sido usado en el presente estudio, la cual son botellas cilíndricas plásticas o de metal, con un sistema de cierre y apertura en los extremos a través de una válvula o “sopapa” que se activa mecánicamente por medio de un mensajero. Este mecanismo permite tomar la muestra a la profundidad deseada.

Con el método mencionado, se realizó la toma de muestras durante los meses de junio y julio de 2024 con un total de 4'700.605 individuos en 6 estaciones de estudio, distribuidos en 34 especies, 12 familias, 11 órdenes y 4 clases. De igual manera, se realizaron muestreos durante el mes de septiembre de 2024, lográndose contabilizar un total de 1'374.023 en 6 estaciones de muestreo, donde se identificaron 35 especies, distribuidos en 20 familias, 16 órdenes y 4 clases.

Esta diferenciación de número de individuos colectados e identificación taxonómica entre ambos métodos usados en las distintas estaciones entre los meses de estudio de diferentes épocas del año se daba a que las botellas usadas en Van Dorn son buenas herramientas para la toma de muestras cuantitativas, ya que permiten conocer un volumen exacto.

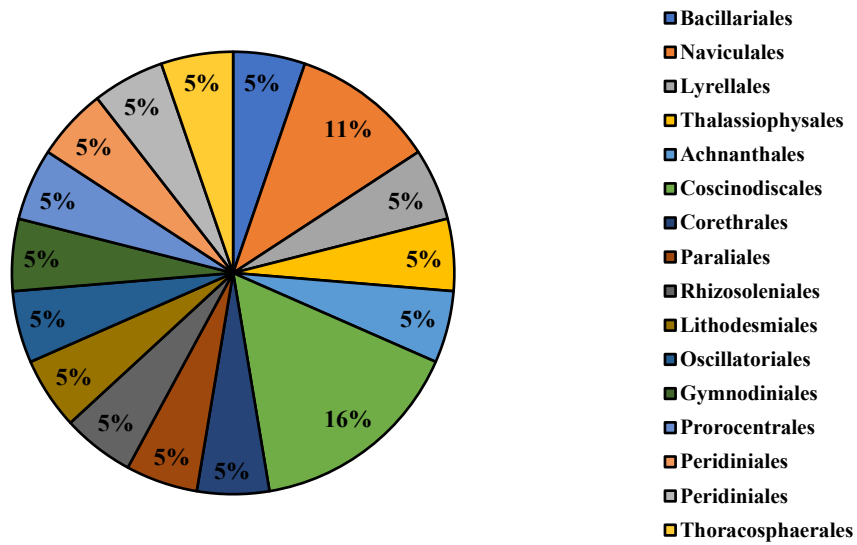
En composición, los meses de junio y julio de 2024 presentaron a la orden Naviculales como la más representativa con 2 familias identificadas, con una frecuencia del 16,67 % (Figura 9). Cabe destacar, que las demás ordenes presentaron una sola familia cada una.

**Figura 9.** Órdenes de fitoplancton muestreados durante los meses de junio y septiembre de 2024 mediante el método de Van Dorn.



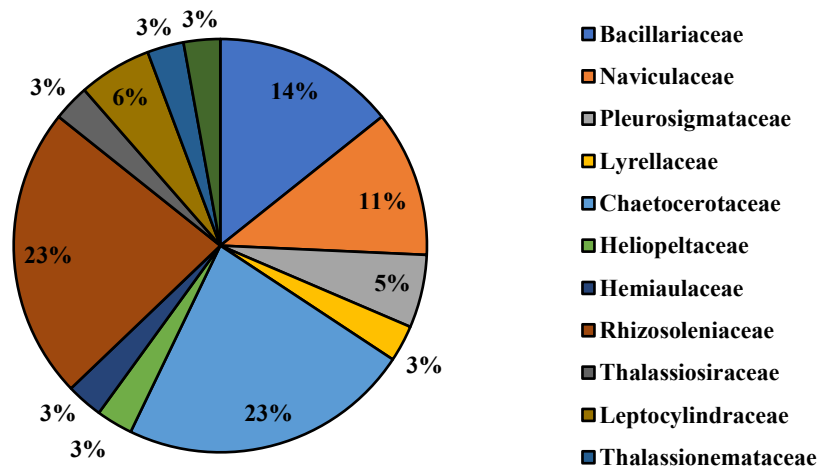
En cambio, el mes de septiembre de 2024 se determinó a las órdenes Coscinodiscales y Naviculales como los más representativos con 3 y 2 familias identificadas, en una frecuencia de 15,79 % y 10,53 % respectivamente (Figura 10). Cabe destacar, también como en los meses anteriores que las demás órdenes presentaron una sola familia cada una.

**Figura 10.** Órdenes de fitoplancton muestreados durante el mes de septiembre de 2024 mediante el método de Van Dorn.



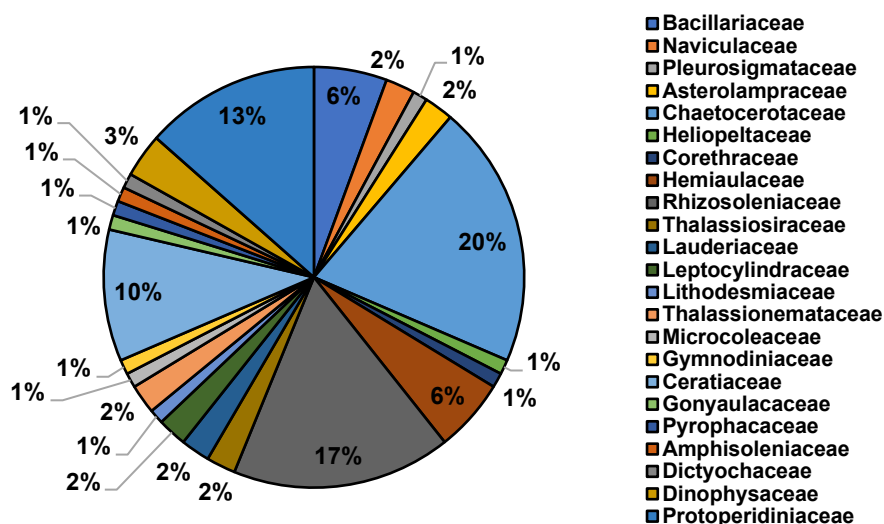
De forma cualitativa las familias Chaetocerotaceae (8 sp.) y Rhizosoleniaceae (8 sp.) se presentaron en mayor frecuencia con 22,86 % cada una durante los meses de junio y julio de 2024, seguido de Bacillariaceae (5 sp.) con un 11,43 % (Figura 11).

**Figura 11.** Familias colectadas de fitoplancton durante los meses de junio y julio de 2024 mediante el método de Van Dorn.



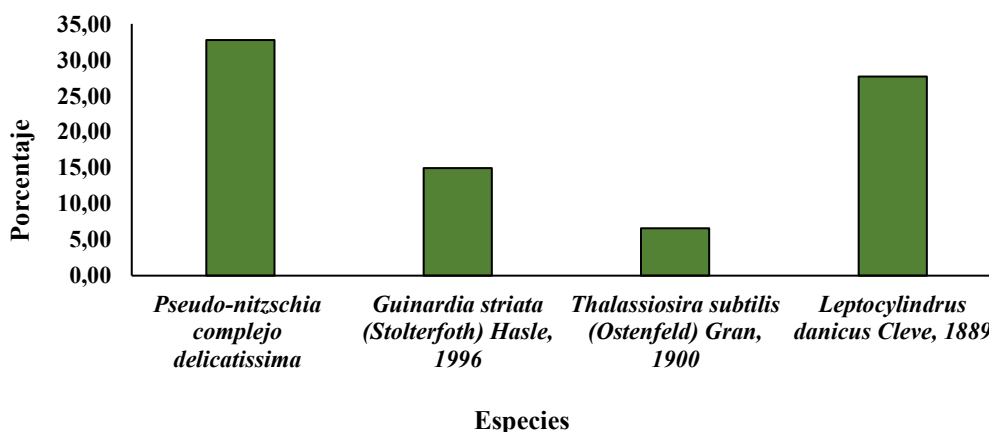
De forma paralela, también se determinó de manera cualitativa a las familias identificadas durante el mes de septiembre de 2024, donde Chaetocerotaceae (18 sp.), Rhizosoleniaceae (15 sp.) y Protoperidiniaceae (12 sp.) fueron las que presentaron una frecuencia mayor de 20,22 %, 16,85 % y 13,48 % respectivamente (Figura 12).

**Figura 12.** Familias colectadas de fitoplancton durante el mes de septiembre de 2024 mediante el método de Van Dorn.

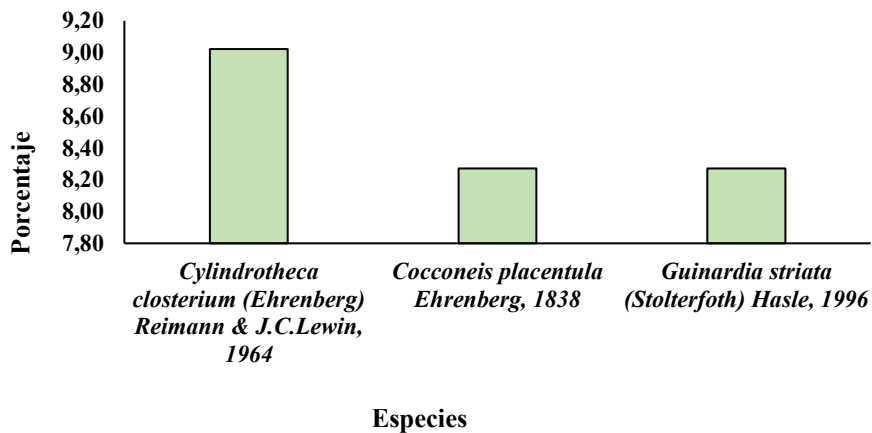


Por otro lado, para el mes de junio y julio de 2024 las especies *Pseudo-nitzschia* y *Leptocylindrus danicus* estuvieron en mayor presencia en todas las localidades representando el 32,75 % y 27,69 % de todas las especies identificadas (34 especies) (Figura 13). Para septiembre de 2024, las especies con mayor frecuencia en todas las localidades fueron *Cylindrotheca closterium*, *Cocconeis placentula* y *Guinardia striata* con el 9,02 % y 8,27 % respectivamente de las 35 identificadas (Figura 14).

**Figura 13.** Abundancia relativa de las especies colectadas de fitoplancton durante los meses de junio y julio de 2024 mediante el método de Van Dorn

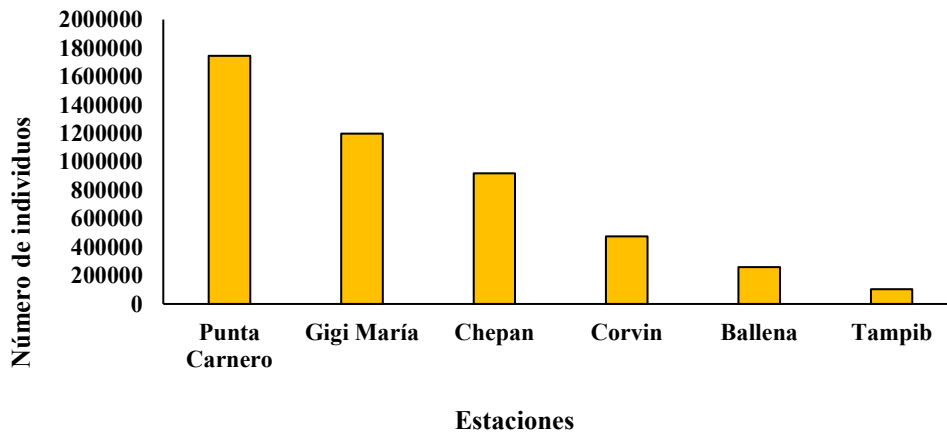


**Figura 14.** Abundancia relativa de las especies colectadas de fitoplancton durante el mes de septiembre de 2024 mediante el método de Van Dorn

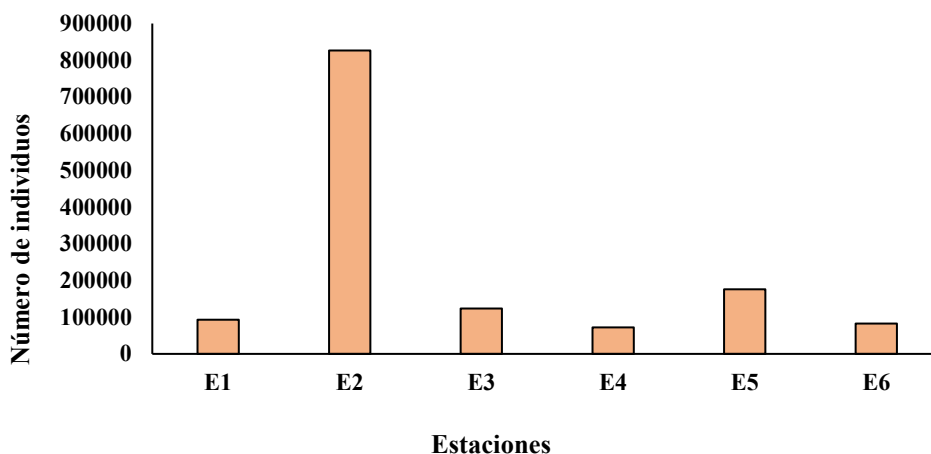


También, se evaluó a las estaciones estudiadas en los meses de junio y julio de 2024, resultando con 1'745.939 individuos colectados como la más representativa en cuanto a abundancia de entre todas las estaciones muestreadas y en menor proporción Tampib con 103.310 individuos muestreados (Figura 15). En septiembre de 2024, la E2 con 826.480 individuos resultó la estación con mayor número de individuos de entre todas las estudiadas y la menor la E4 723.17 individuos (Figura 16).

**Figura 15.** Abundancia total de las especies colectadas de fitoplancton durante los meses de junio y julio de 2024 mediante el método de Van Dorn por estación de muestreo.



**Figura 16.** Abundancia total de las especies colectadas de fitoplancton durante el mes de septiembre de 2024 mediante el método de Van Dorn por estación de muestreo.



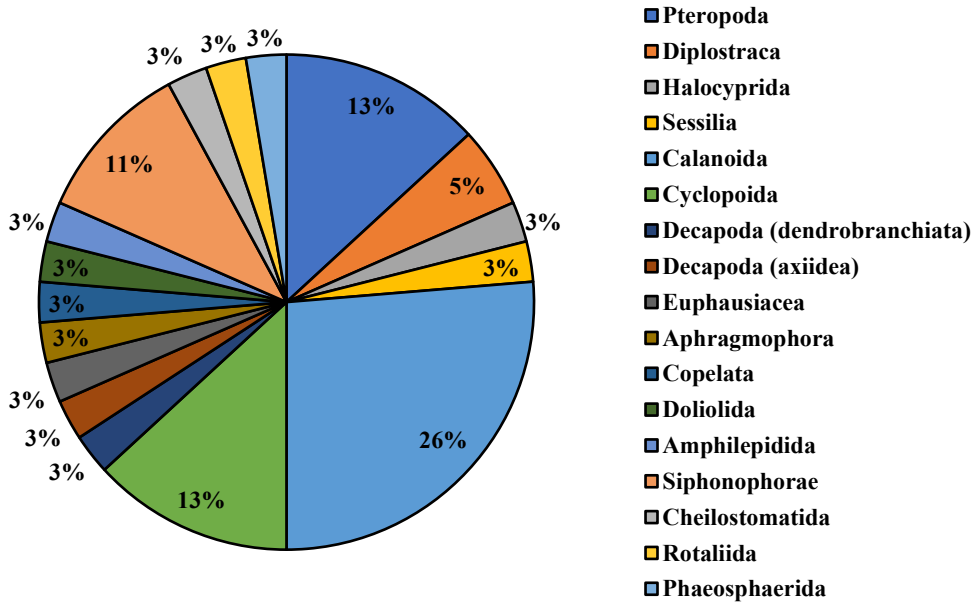
- **Zooplankton (método arrastre superficial)**

Según Alcaraz y Calbet (2003), el zooplankton se define como el conjunto de organismos heterótrofos que viven suspendidos en la columna de agua, incapaces de nadar de forma efectiva contra las corrientes, y que cumplen un papel esencial como consumidores dentro de las redes tróficas marinas. Este grupo ecológico abarca una amplia variedad de organismos, desde formas unicelulares como los protistas (ciliados, flagelados y dinoflagelados heterótrofos) hasta metazoos pluricelulares como copépodos, cladoceros, medusas, tunicados pelágicos y larvas de peces, los cuales, pueden clasificarse según su ciclo vital en holoplancton, si permanecen en el plancton durante toda su vida, o meroplancton, si solo lo hacen en etapas tempranas de desarrollo.

En este contexto, se realizó también la identificación de organismos zooplanctónicos durante los meses de junio y julio de 2024 dentro de las 6 estaciones se contabilizaron 3330 organismos, distribuidos en 67 especies, 38 familias, 17 órdenes y 13 clases. También, se contabilizaron los organismos zooplanctónicos de la colecta realizada el mes de septiembre de 2024 resultando un total de 36.976 individuos, distribuidos en 73 especies, 31 familias, 20 órdenes y 12 clases.

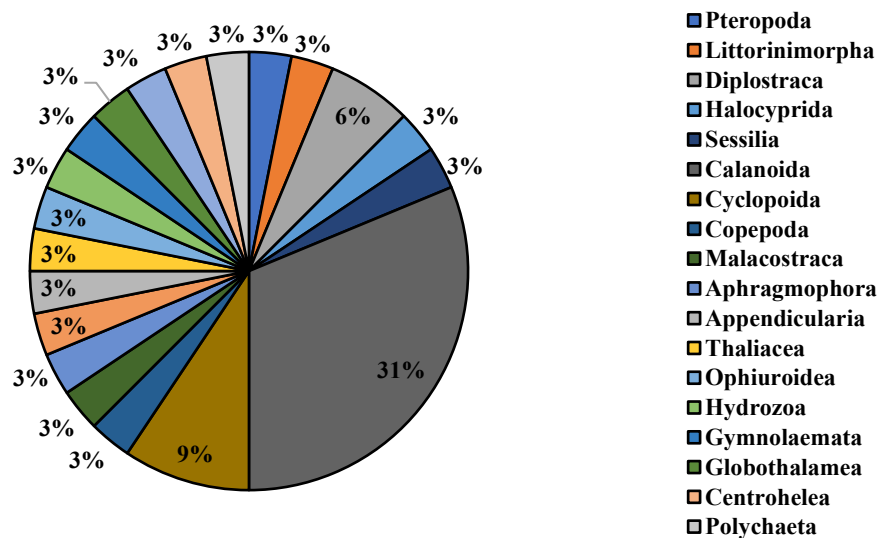
En composición, los meses de junio y julio de 2024 presentaron a las órdenes Calanoida Pteropoda y Cyclopoida como las de mayor representativa, en una frecuencia de 26,32 % y 13,16 % respectivamente (Figura 17).

**Figura 17.** Órdenes de zooplancton muestreados durante los meses de junio y julio de 2024 mediante el método de arrastre superficial.



Para septiembre de 2024, la composición estuvo conformada en mayor manera por las órdenes Calanoida y Cyclopoida como las más representativas con 10 y 3 familias, con una frecuencia del 31,25 % y 9,37 % respectivamente (Figura 18).

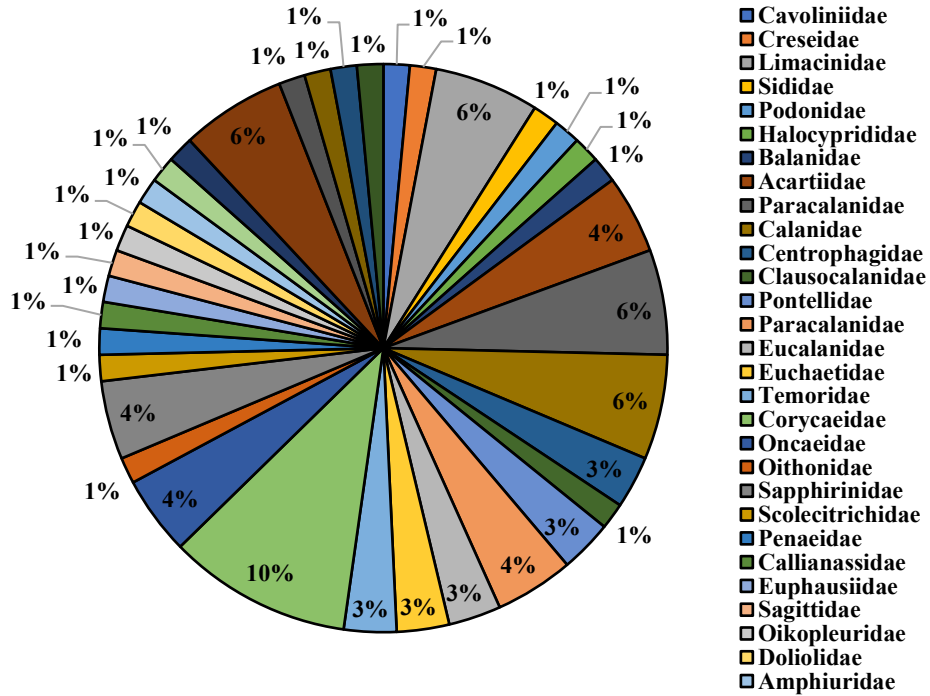
**Figura 18.** Órdenes de zooplancton muestreados durante el mes de septiembre de 2024 mediante el método de arrastre superficial.



También, se calculó de forma cualitativa a las familias, resultando Corycaeidae (7 sp.), Limacinidae, Paracalanidae, Calanidae y Diphyidae con 4 sp. y con frecuencia de 10,45

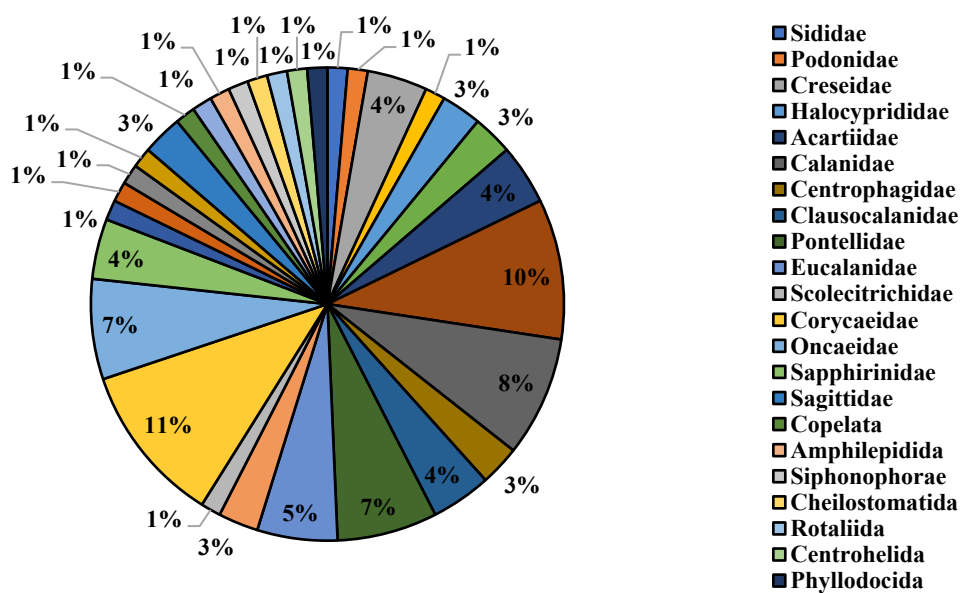
% y las demás con 5,97 respectivamente para los meses de junio y julio de 2024 (Figura 19).

**Figura 19.** Familias colectadas de zooplancton durante los meses de junio y julio de 2024 mediante el método de arrastre superficial.



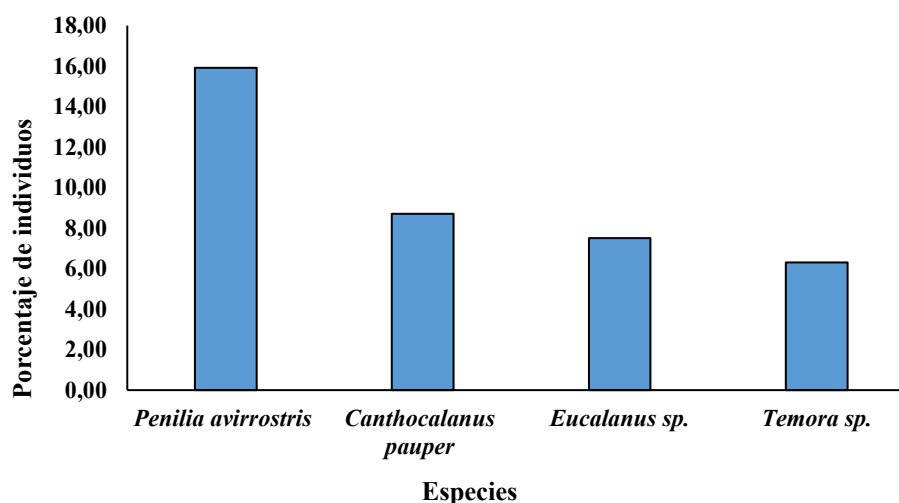
Para septiembre de 2024 las familias Corycaeiidae, Paracalanidae y Oncaeiidae representaron el 10, 95 %, 9,58 % y 6,84 % del total identificado con 8, 7 y 5 especies respectivamente que engloban cada una de ellas (Figura 20).

**Figura 20.** Familias colectadas de zooplancton durante el mes de septiembre de 2024 mediante el método de arrastre superficial.

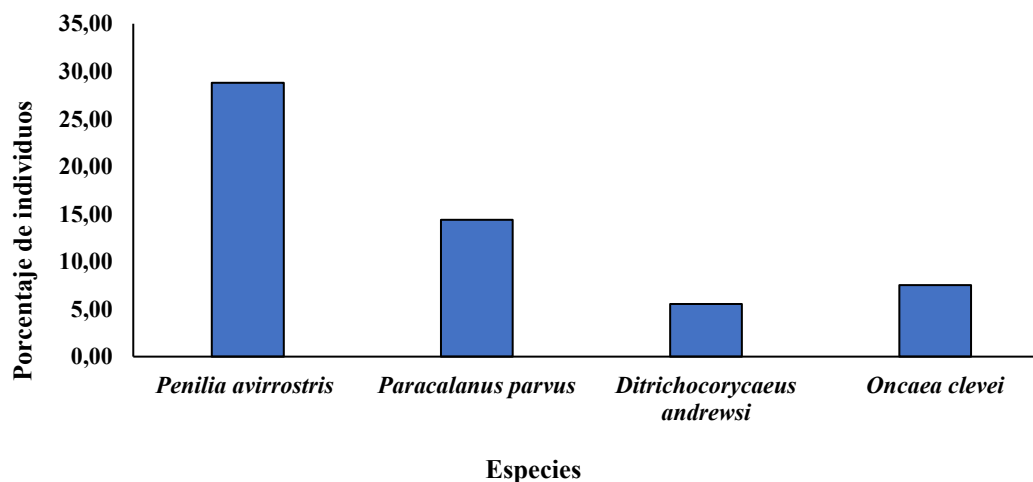


En abundancia, las especies *Penilia avirrostris*, *Canthocalanus pauper* y *Eucalanus sp.* se presentaron en mayor número en todas las localidades muestreadas de junio a julio de 2024 con una frecuencia 15,92 %, 8,71 % y 7,51 % respectivamente (Figura 21) de todas las identificadas. Para septiembre 2024, las especies *Penilia avirrostris*, *Paracalanus parvus* y *Oncaea clevei* con el 28,78 %, 14,39 % y 7,52 % respectivamente (Figura 22).

**Figura 21.** Abundancia total de las especies colectadas de zooplancton durante los meses de junio y julio de 2024 mediante el método de arrastre superficial por estación de muestreo.

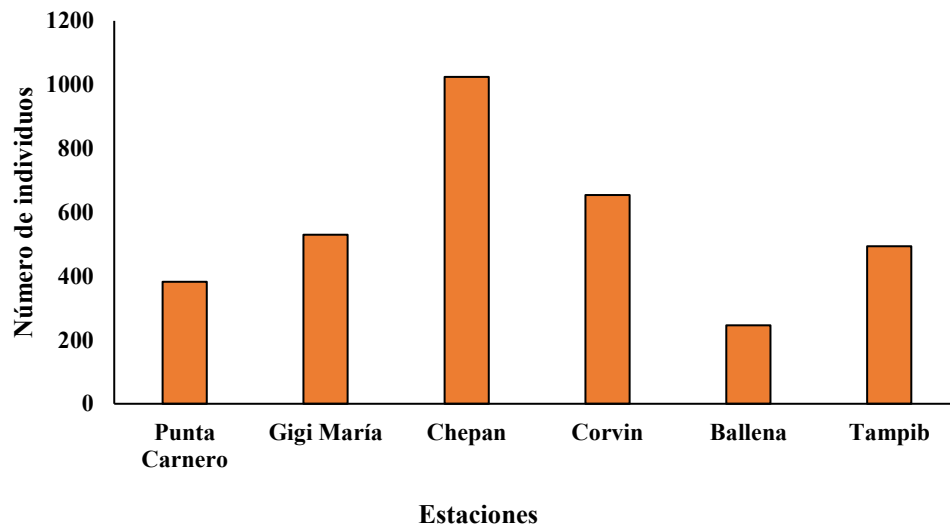


**Figura 22.** Abundancia total de las especies colectadas de zooplancton durante el mes de septiembre de 2024 mediante el método de arrastre superficial por estación de muestreo.

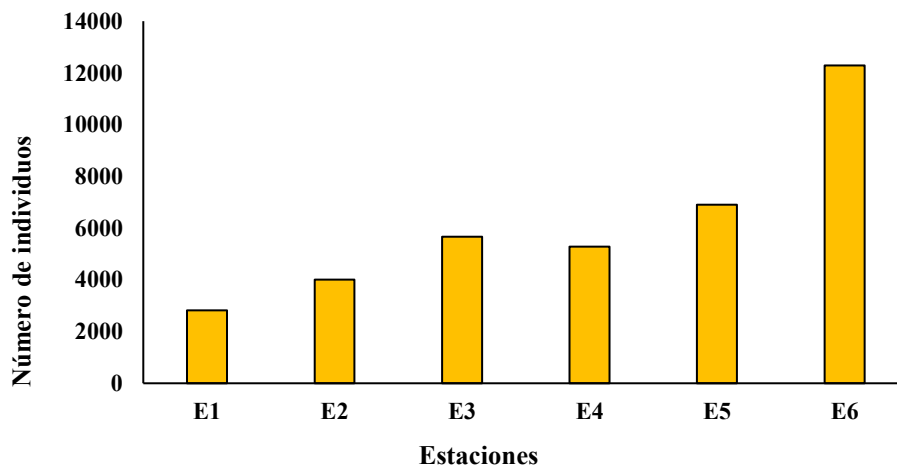


Las estaciones también fueron evaluadas durante junio y julio de 2024 (Figura 23). En septiembre de 2024, la E6 con 12286 individuos fue determinada como la más representativa de todas las estaciones y la de menor representación fue para E1 con 2824 muestreados (Figura 24).

**Figura 23.** Abundancia total de las especies colectadas de zooplancton durante los meses de junio y julio de 2024 mediante de arrastre superficial por estación de muestreo.



**Figura 23.** Abundancia total de las especies colectadas de zooplancton durante septiembre de 2024 mediante de arrastre superficial por estación de muestreo.



## Diversidad

**Tabla 1.** Índices de diversidad por cada estación de muestreo de fitoplancton mediante método de Van Dorn de los meses de junio y julio de 2024

Estaciones	Shannon-Wiener (H')	Simpson (D')	Pielou (J')
<b>Punta Carnero</b>	1,41 <sup>A</sup>	0,66 <sup>A</sup>	0,50 <sup>A</sup>
<b>Gigi María</b>	1,50 <sup>A</sup>	0,68 <sup>A</sup>	0,54 <sup>A</sup>
<b>Chepan</b>	1,72 <sup>A</sup>	0,70 <sup>A</sup>	0,54 <sup>A</sup>
<b>Corvin</b>	1,30 <sup>A</sup>	0,66 <sup>A</sup>	0,84 <sup>A</sup>
<b>Ballena</b>	1,46 <sup>A</sup>	0,65 <sup>A</sup>	0,62 <sup>A</sup>
<b>Tampib</b>	1,30 <sup>A</sup>	0,65 <sup>A</sup>	0,84 <sup>A</sup>

Las letras iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de una vía ( $p < 0,05$ ) y test posterior de Tukey.

**Tabla 2.** Índices de diversidad por cada estación de muestreo de fitoplancton mediante método de Van Dorn durante el mes de septiembre de 2024

Estaciones	Shannon-Wiener (H')	Simpson (D')	Pielou (J')
<b>E1</b>	1,58 <sup>A</sup>	0,74 <sup>A</sup>	0,78 <sup>A</sup>
<b>E2</b>	2,07 <sup>A</sup>	0,87 <sup>A</sup>	0,73 <sup>A</sup>
<b>E3</b>	2,09 <sup>A</sup>	0,86 <sup>A</sup>	0,68 <sup>A</sup>
<b>E4</b>	1,74 <sup>A</sup>	0,81 <sup>A</sup>	0,84 <sup>A</sup>
<b>E5</b>	0,99 <sup>A</sup>	0,47 <sup>A</sup>	0,93 <sup>A</sup>
<b>E6</b>	1,90 <sup>A</sup>	0,84 <sup>A</sup>	0,77 <sup>A</sup>

Las letras iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de una vía ( $p < 0,05$ ) y test posterior de Tukey.

En cuanto a los índices de diversidad, se evidencia en las Tablas 1 y 2 que durante junio–julio los valores de Shannon-Wiener (H') fluctuaron entre 1,30 bits y 1,72 bits, mientras que en septiembre aumentaron significativamente hasta 2,09 bits, indicando una mayor diversidad específica y menor dominancia de taxas particulares. De manera similar, el índice de Simpson (D') se elevó de 0,65–0,70 bis a 0,81–0,87 bits, mostrando una comunidad más uniforme y estable. El índice de equitatividad de Pielou (J') también experimentó un incremento, pasando de 0,50–0,84 bits a valores de 0,68–0,93 bits, lo cual refleja una distribución más homogénea de los individuos entre las especies, sin predominio de una sola.

**Tabla 3.** Índices de diversidad por cada estación de muestreo de fitoplancton mediante método de arrastre superficial durante los meses de junio y julio de 2024

Estaciones	Shannon-Wiener (H')	Simpson (D')	Pielou (J')
<b>Punta Carnero</b>	2,30 <sup>A</sup>	0,88 <sup>A</sup>	0,58 <sup>A</sup>
<b>Gigi María</b>	2,07 <sup>A</sup>	0,77 <sup>A</sup>	0,53 <sup>A</sup>
<b>Chepan</b>	1,48 <sup>A</sup>	0,71 <sup>A</sup>	0,84 <sup>A</sup>
<b>Corvin</b>	2,15 <sup>A</sup>	0,75 <sup>A</sup>	0,44 <sup>A</sup>
<b>Ballena</b>	1,39 <sup>A</sup>	0,74 <sup>A</sup>	0,58 <sup>A</sup>
<b>Tampib</b>	0,66 <sup>A</sup>	0,19 <sup>A</sup>	0,41 <sup>A</sup>

Las letras iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de una vía ( $p < 0,05$ ) y test posterior de Tukey.

**Tabla 4.** Índices de diversidad por cada estación de muestreo de fitoplancton mediante método de arrastre superficial durante el mes de septiembre de 2024

Estaciones	Shannon-Wiener (H')	Simpson (D')	Pielou (J')
------------	---------------------	--------------	-------------

<b>E1</b>	3,05 <sup>A</sup>	0,92 <sup>A</sup>	0,37 <sup>A</sup>
<b>E2</b>	3,29 <sup>A</sup>	0,93 <sup>A</sup>	0,37 <sup>A</sup>
<b>E3</b>	3,12 <sup>A</sup>	0,91 <sup>A</sup>	0,38 <sup>A</sup>
<b>E4</b>	2,93 <sup>A</sup>	0,92 <sup>A</sup>	0,45 <sup>A</sup>
<b>E5</b>	3,04 <sup>A</sup>	0,92 <sup>A</sup>	0,43 <sup>A</sup>
<b>E6</b>	2,83 <sup>A</sup>	0,90 <sup>A</sup>	0,46 <sup>A</sup>

Las letras iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de una vía ( $p < 0,05$ ) y test posterior de Tukey.

En los resultados del método de arrastre superficial de las Tablas 3 y 4 respectivamente, se observó un comportamiento similar. En junio–julio, los valores de Shannon-Wiener ( $H'$ ) oscilaron entre 0,66 y 2,30 bits, mientras que en septiembre aumentaron hasta 3,29 bits, indicando un incremento notable en la diversidad estructural. Los índices de Simpson ( $D'$ ) fueron superiores a 0,90 bits, y el índice de Pielou ( $J'$ ) se mantuvo entre 0,37 y 0,46 bits, lo cual sugiere que, aunque la diversidad total fue mayor, persistió cierta dominancia de especies específicas en septiembre.

**Tabla 5.** Índices de diversidad por cada estación de muestreo de zooplancton mediante método de arrastre superficial durante los meses de junio y julio de 2024

<b>Estaciones</b>	<b>Shannon-Wiener (<math>H'</math>)</b>	<b>Simpson (<math>D'</math>)</b>	<b>Pielou (<math>J'</math>)</b>
<b>Punta Carnero</b>	3,14 <sup>A</sup>	0,94 <sup>A</sup>	0,42 <sup>A</sup>
<b>Gigi María</b>	3,05 <sup>A</sup>	0,92 <sup>A</sup>	0,43 <sup>A</sup>
<b>Chepan</b>	3,04 <sup>A</sup>	0,93 <sup>A</sup>	0,43 <sup>A</sup>
<b>Corvin</b>	3,04 <sup>A</sup>	0,92 <sup>A</sup>	0,42 <sup>A</sup>
<b>Ballena</b>	2,35 <sup>A</sup>	0,85 <sup>A</sup>	0,53 <sup>A</sup>
<b>Tampib</b>	2,56 <sup>A</sup>	0,86 <sup>A</sup>	0,47 <sup>A</sup>

Las letras iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de una vía ( $p < 0,05$ ) y test posterior de Tukey.

**Tabla 6.** Índices de diversidad por cada estación de muestreo de zooplancton mediante método de arrastre superficial durante el mes de septiembre de 2024

<b>Estaciones</b>	<b>Shannon-Wiener (<math>H'</math>)</b>	<b>Simpson (<math>D'</math>)</b>	<b>Pielou (<math>J'</math>)</b>
<b>E1</b>	2,63 <sup>A</sup>	0,88 <sup>A</sup>	0,39 <sup>A</sup>
<b>E2</b>	2,80 <sup>A</sup>	0,90 <sup>A</sup>	0,39 <sup>A</sup>
<b>E3</b>	2,57 <sup>A</sup>	0,88 <sup>A</sup>	0,39 <sup>A</sup>
<b>E4</b>	2,43 <sup>A</sup>	0,82 <sup>A</sup>	0,39 <sup>A</sup>
<b>E5</b>	1,98 <sup>A</sup>	0,68 <sup>A</sup>	0,40 <sup>A</sup>
<b>E6</b>	2,29 <sup>A</sup>	0,83 <sup>A</sup>	0,38 <sup>A</sup>

Las letras iguales indican que no existe diferencias estadísticamente significativas según ANOVA de una vía ( $p < 0,05$ ) y test posterior de Tukey.

El análisis de los índices de diversidad zooplanctónica de las Tablas 5 y 6 muestra valores más elevados en los meses de junio–julio, con valores máximo en el Shannon-Wiener

(H') = 3,14 bits, Simpson (D') = 0,94 bits y Pielou (J') = 0,42–0,53 bits, en comparación con septiembre, donde H' descendió a 2,63–1,98 bits y D' a 0,68–0,90 bits. Esta reducción indica que, aunque la abundancia total fue mayor en septiembre, la comunidad estuvo menos equitativa y dominada por unas pocas especies.

### Parámetros físico-químicos

Los parámetros físico-químicos de las Tablas 7 y 8 revelaron un ambiente relativamente estable en cuanto a temperatura (22,2–24,9 °C), pero con variaciones notorias en el pH, el cual descendió de 7,2–7,7 en junio-julio a 5,5–5,8 en septiembre. Esta acidificación ligera podría estar relacionada con la alta actividad biológica y procesos de respiración intensiva asociados a la descomposición de materia orgánica y al aumento de la biomasa planctónica. La salinidad se mantuvo entre 22–30 UPS, con ligeras reducciones en estaciones cercanas a zonas de descarga o aporte continental.

**Tabla 7.** Parámetros físico – químicos de cada estación muestreada durante los meses de junio a julio de 2024.

Estaciones	Temperatura superficial (°C):	Temperatura de fondo (°C):	Salinidad superficial	pH superficial	pH fondo
<b>Punta Carnero</b>	24,6	24,3	27,5	7,3	7,43
<b>Gigi María</b>	23,8	23,3	27,5	7,55	7,39
<b>Chepan</b>	23,7	21,7	27,3	7,6	7,35
<b>Corvin</b>	23,4	19,7	27,5	7,64	7,25
<b>Ballena</b>	23,3	23,3	29	7,76	7,76
<b>Tampib</b>	22,2	21,9	30	7,23	7,1

**Tabla 8.** Parámetros físico – químicos de cada estación muestreada durante el mes de septiembre de 2024.

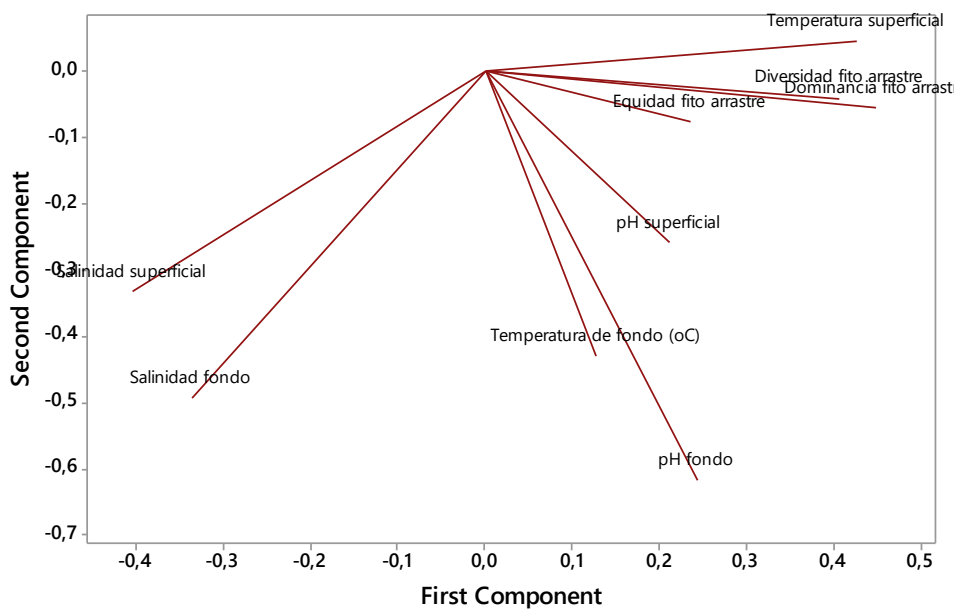
Estaciones	Temperatura superficial (°C):	Temperatura de fondo (°C):	Salinidad superficial	pH superficial	pH fondo
<b>E1</b>	23,5	24,2	23	6,64	6,12
<b>E2</b>	24,2	24,9	23	5,86	5,87
<b>E3</b>	24,4	24,4	23	5,81	5,7
<b>E4</b>	23,1	22,4	23	5,54	5,52
<b>E5</b>	22,8	23,1	23	5,73	5,74
<b>E6</b>	22,9	22,6	22	5,77	5,6

### Correlación

Los análisis multivariados representados reflejan las relaciones entre los índices ecológicos de diversidad (Shannon-Wiener, Simpson y Pielou) y los parámetros físico-químicos medidos en las distintas estaciones de muestreo, tanto para fitoplancton como para zooplancton. Estas representaciones permiten comprender cómo la variabilidad ambiental condiciona la estructura de la comunidad planctónica y la equidad ecológica entre los organismos presentes.

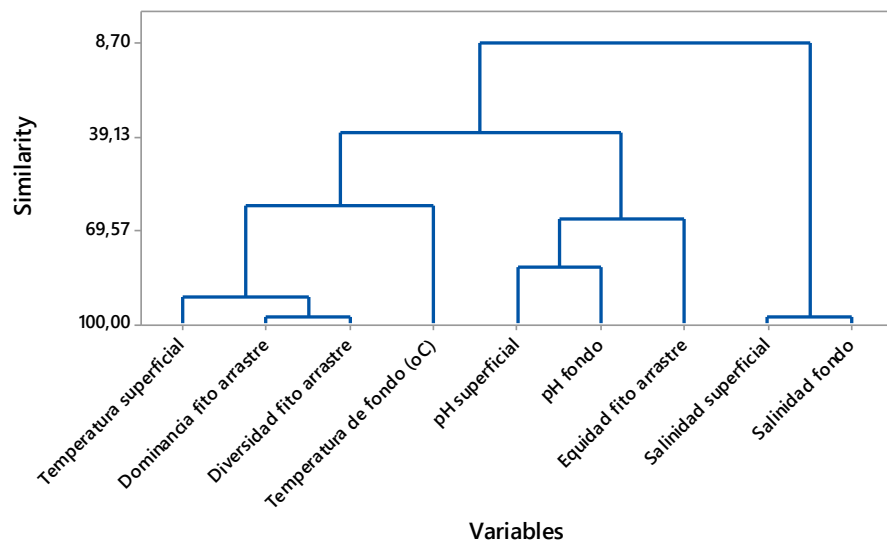
En la Figura 24, correspondiente al PCA entre los parámetros físico-químicos y los índices de diversidad fitoplanctónica del método de arrastre superficial durante junio-julio, se observó que los componentes principales 1 y 2 explicaron más del 70 % de la varianza total. La agrupación de las estaciones indicó una fuerte asociación entre temperatura y pH con los índices de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y Simpson ( $D'$ ), mientras que la equitatividad de Pielou ( $J'$ ) se relacionó inversamente con la salinidad.

**Figura 24.** Análisis de componentes principales (PCA) entre los parámetros físico - químicos y la diversidad de organismos fitoplanctónicos mediante el método de arrastre superficial durante los meses de junio y julio de 2024.



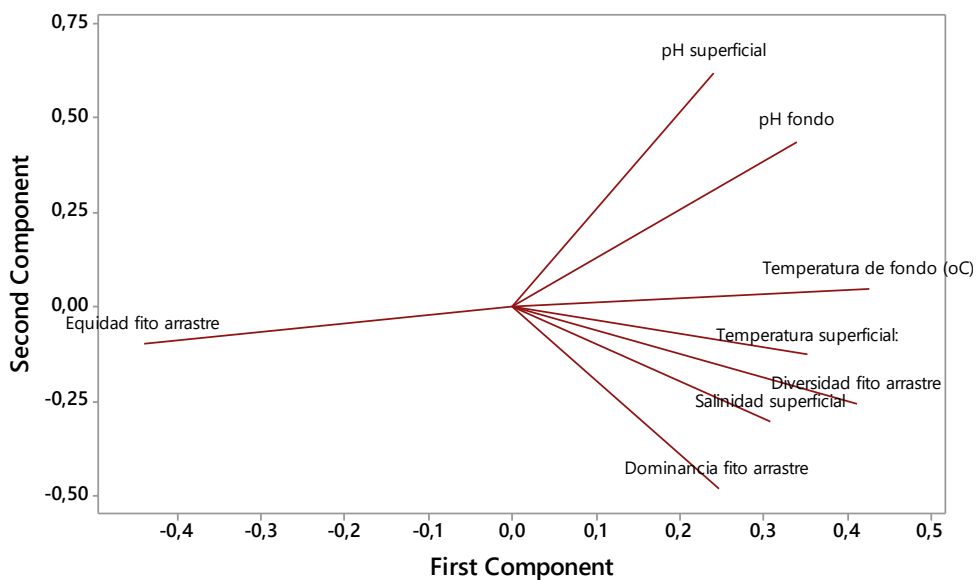
En el mismo sentido, el dendrograma de la Figura 25 agrupó las estaciones en dos grandes clústeres: el primero, asociado a altos valores de  $H'$  y  $D'$ , correspondió a estaciones con mayor oxigenación y pH neutro, mientras que el segundo grupo, con menores valores de diversidad y equidad, se relacionó con condiciones de pH más bajo y salinidad elevada.

**Figura 25.** Dendrograma de correlación entre los parámetros físico - químicos y la diversidad de organismos fitoplanctónicos mediante el método de arrastre superficial durante los meses de junio y julio de 2024.

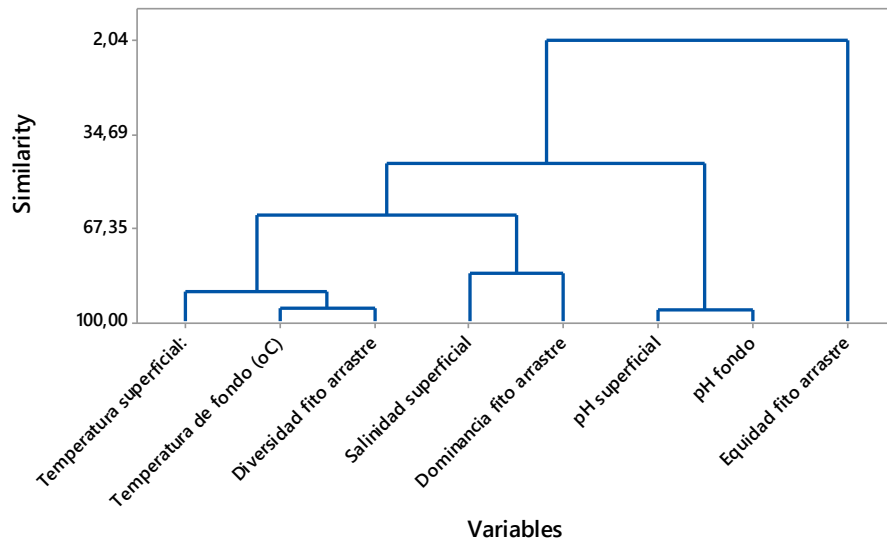


Durante septiembre (Figuras 26 y 27), los resultados mostraron una mayor dispersión de las estaciones dentro del plano PCA, lo que indica una heterogeneidad ambiental más marcada.

**Figura 26.** Análisis de componentes principales (PCA) entre los parámetros físico - químicos y la diversidad de organismos fitoplanctónicos mediante el método de arrastre superficial durante el mes de septiembre de 2024

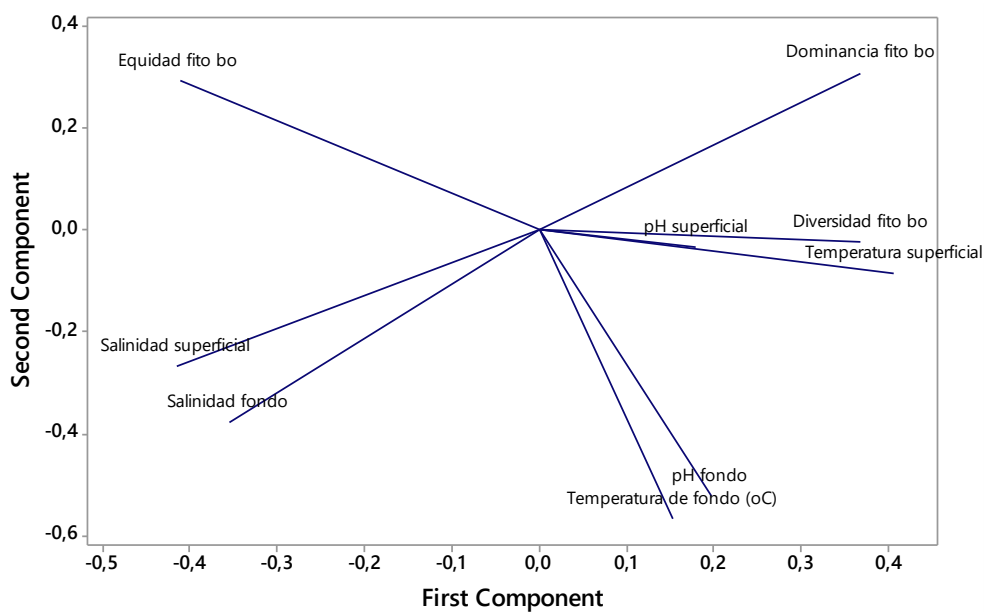


**Figura 27.** Dendrograma de correlación entre los parámetros físico - químicos y la diversidad de organismos fitoplanctónicos mediante el método de arrastre superficial durante el mes de septiembre de 2024

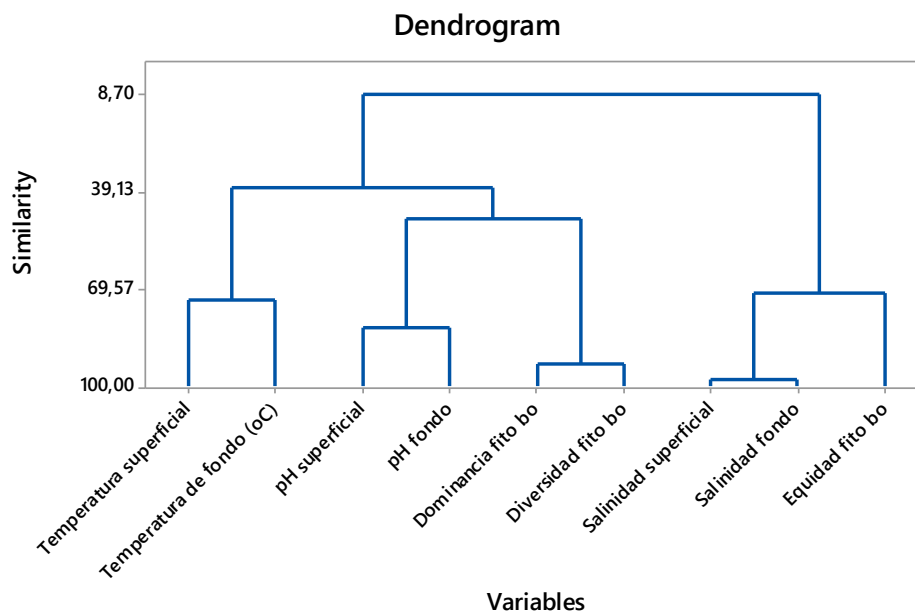


El PCA correspondiente al método Van Dorn (Figuras 28 y 30) reveló que los dos primeros componentes explicaron entre 68 % y 75 % de la varianza, destacando correlaciones significativas entre el índice de Shannon ( $H'$ ) y los gradientes de pH y temperatura, mientras que el índice de Simpson ( $D'$ ) se relacionó más estrechamente con la salinidad.

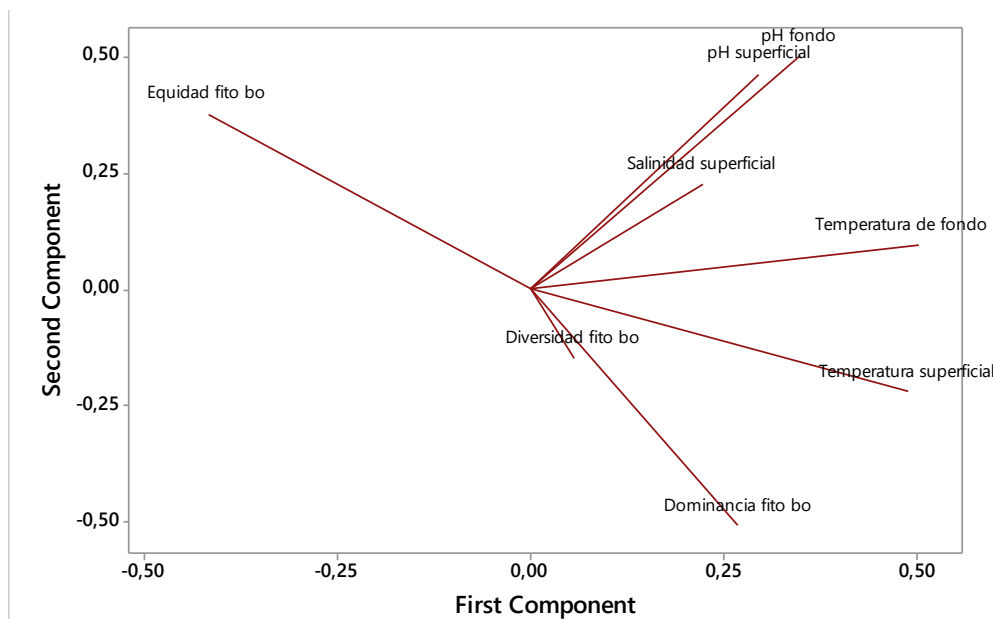
**Figura 28.** Análisis de componentes principales (PCA) entre los parámetros físico - químicos y la diversidad de organismos fitoplanctónicos mediante el método de Varn Dorn durante los meses de junio y julio de 2024



**Figura 29.** Dendrograma de correlación entre los parámetros físico - químicos y la diversidad de organismos fitoplanctónicos mediante el método de Varn Dorn durante los meses de junio y julio de 2024

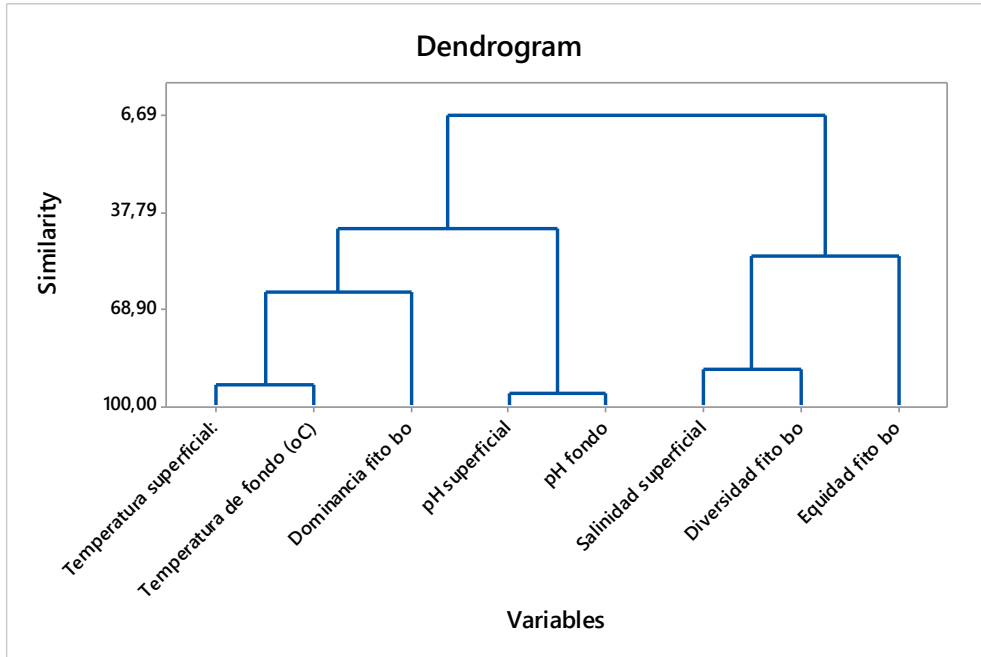


**Figura 30.** Análisis de componentes principales (PCA) entre los parámetros físico - químicos y la diversidad de organismos fitoplanctónicos mediante el método Varn Dorn durante el mes de septiembre de 2024



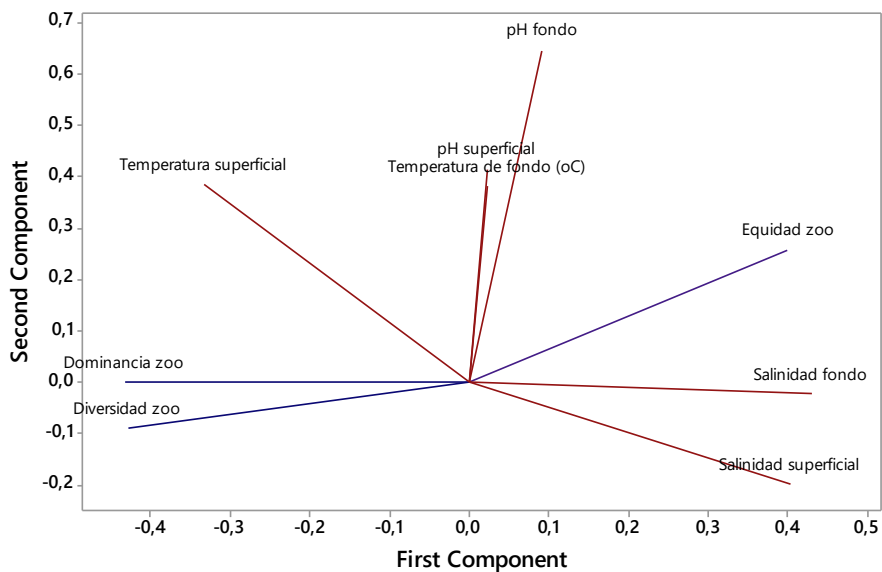
Los dendrogramas de correlación (Figuras 29 y 31) reforzaron estos patrones, mostrando tres agrupamientos bien definidos: el primero con altos valores de equitatividad ( $J'$ ), el segundo con predominancia de diversidad moderada ( $H'$  medio) y el tercero con valores bajos de uniformidad.

**Figura 31.** Dendrograma de correlación entre los parámetros físico - químicos y la diversidad de organismos fitoplanctónicos mediante el método Varn Dorn durante el mes de septiembre de 2024

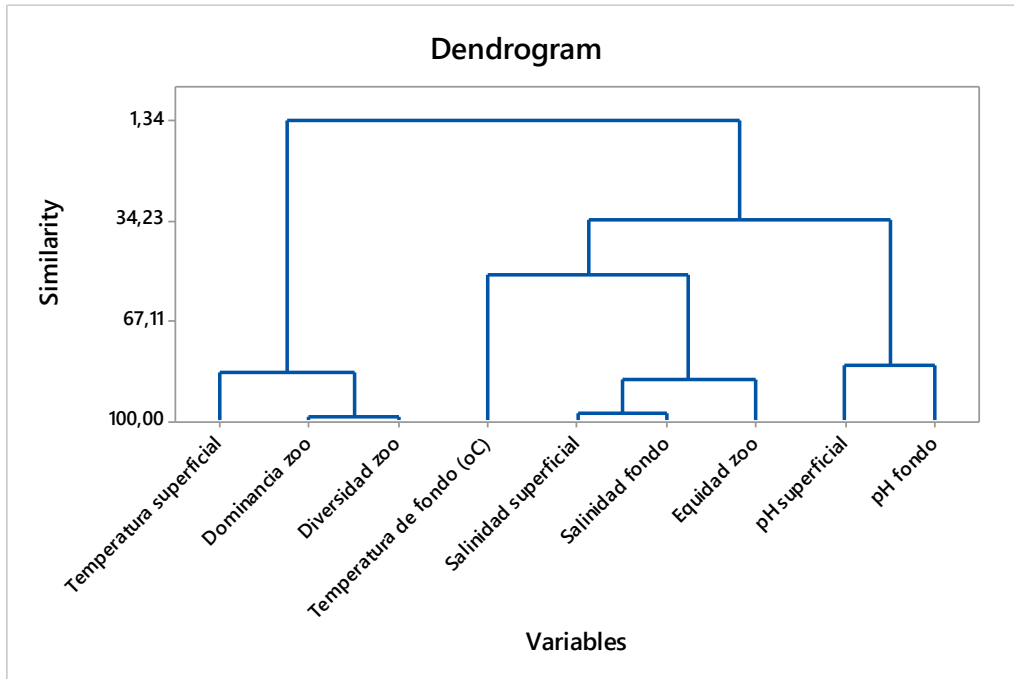


En conjunto, los análisis del fitoplancton demostraron que los índices de Shannon y Pielou son los más sensibles para detectar variaciones en las condiciones ambientales, especialmente cuando el ecosistema experimenta cambios estacionales en temperatura y pH.

**Figura 32.** Análisis de componentes principales (PCA) entre los parámetros físico - químicos y la diversidad de organismos zooplanctónicos mediante el método de arrastre superficial durante los meses de junio y julio de 2024

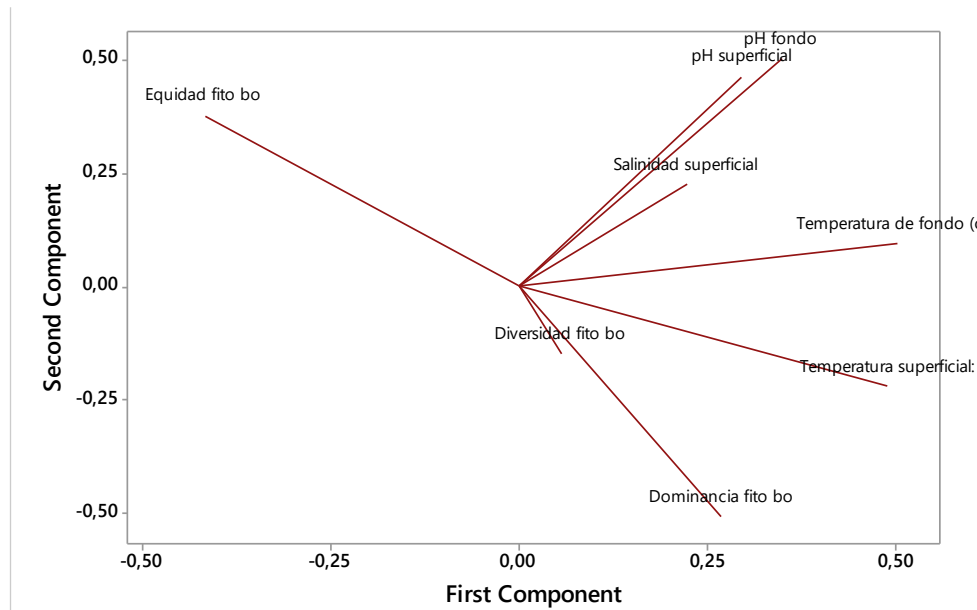


**Figura 33.** Dendrograma de correlación entre los parámetros físico - químicos y la diversidad de organismos zooplanctónicos mediante el método arrastre superficial durante los meses de junio y julio de 2024



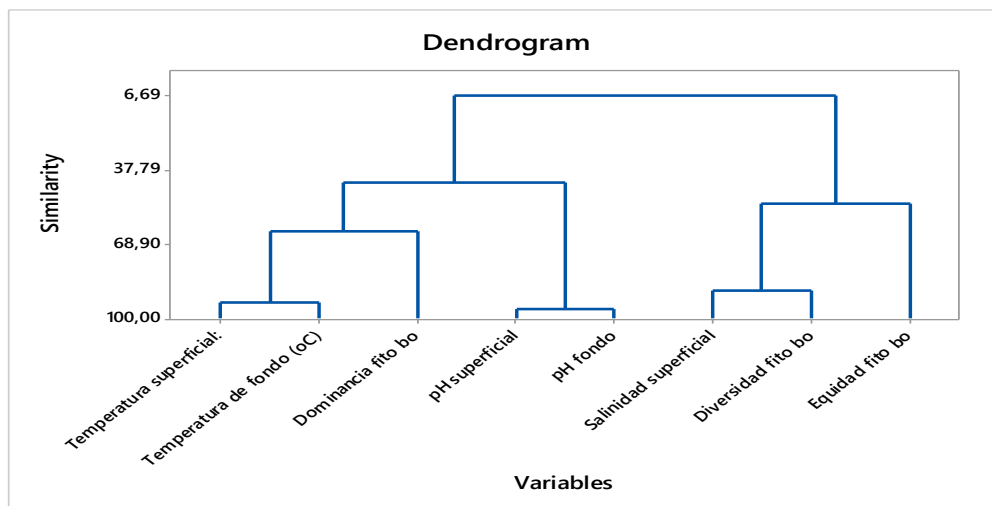
Sin embargo, durante septiembre, el PCA evidenció un desplazamiento de los vectores de correlación: los índices de Shannon y Simpson se asociaron con ambientes de mayor temperatura y baja oxigenación, mientras que Pielou mostró una relación inversa, lo que refleja una reducción de la equidad y un aumento de la dominancia. Este patrón coincide con los resultados obtenidos en las Tablas 5 y 6, donde la diversidad total fue menor y la uniformidad decreció, confirmando una respuesta típica a procesos de sobre enriquecimiento y alta disponibilidad de materia orgánica (Bucklin, 2021).

**Figura 34.** Análisis de componentes principales (PCA) entre los parámetros físico - químicos y la diversidad de organismos zooplanctónicos mediante el método de arrastre superficial durante el mes de septiembre de 2024



Los dendrogramas de correlación (Figuras 33 y 35) mostraron agrupamientos que coinciden con los resultados del PCA: las estaciones de junio–julio formaron dos grupos homogéneos, indicando condiciones ambientales estables, mientras que las de septiembre se dispersaron en tres grupos diferenciados, reflejando un gradiente ambiental más amplio y una mayor heterogeneidad biológica. Este comportamiento es característico de comunidades que atraviesan un proceso de reorganización estructural frente a variaciones térmicas y químicas del medio (Baylón et al., 2019; Arteaga Sogamosa et al., 2008).

**Figura 35.** Dendrograma de correlación entre los parámetros físico - químicos y la diversidad de organismos zooplanctónicos mediante el método arrastre superficial durante el mes de septiembre de 2024



En general, los resultados corroboran que las condiciones físico-químicas, en especial el pH, la temperatura y la salinidad, son los principales moduladores de la diversidad planctónica, regulando la estabilidad y resiliencia del ecosistema marino (Baylón et al., 2019; Alcaraz & Calbet, 2003; Clark & Warwick, 2001).

Finalmente, los análisis de componentes principales y dendogramas de similitud evidencian que los índices de Shannon-Wiener ( $H'$ ), Simpson ( $D'$ ) y Pielou ( $J'$ ) responden de manera coherente a los gradientes físico-químicos y a los cambios estacionales. Durante los meses de junio–julio predominó una diversidad alta y equitativa, mientras que en septiembre se observó un descenso de la equidad y una mayor dominancia. Estos patrones se repiten tanto en el fitoplancton como en el zooplancton, lo que demuestra una interdependencia ecológica entre ambos componentes del plancton y una estrecha relación con la variabilidad ambiental del sistema coralino.

### **Relación ecológica entre el plancton y las comunidades coralinas.**

Los resultados obtenidos sobre la composición, abundancia y diversidad del fitoplancton y zooplancton permiten comprender su estrecha relación ecológica con las comunidades coralinas de la costa sur de la provincia de Santa Elena. El fitoplancton al ser productor primario constituye la base de la productividad del ecosistema y suministra el carbono orgánico que sostiene las redes tróficas donde los corales y otros organismos arrecifales se desarrollan. La marcada variación temporal en la composición, abundancia y diversidad de ambos grupos observada entre los meses de junio – julio y septiembre reflejan cambios ambientales que inciden directamente en la salud de los ecosistemas coralinos.

En el caso del fitoplancton, el incremento significativo en la riqueza y diversidad registrados en septiembre indicó un aumento particular de las diatomeas como *Proboscia alata* y la presencia dominante de la cianobacteria *Trichodesmium erythraeum*, sugiere un periodo de mayor productividad primaria asociado a procesos de surgencia y cambios físico químicos, como el descenso notable de pH. Estas condiciones pueden modificar la disponibilidad de nutriente en la columna de agua y afectar la claridad del agua, un factor clave para la fotosíntesis de los corales simbióticos, de esta manera, el fitoplancton actúa como un bioindicador sensible de la variabilidad ambiental y de los posibles episodios de estrés ecosistémico en ambientes coralinos.

El zooplancton por su parte, mostro un aumento significativo de abundancia en septiembre, acompañado de una disminución en la equidad y diversidad, evidenciando la dominancia de especies oportunistas como *Penilia avirrotris* y *Paracalanus parvus*. Este patrón es característico de sistemas sujetos a pulsos de alta productividad fitoplanctónica, lo cual repercute en el flujo de energía hacia niveles tróficos superiores. Para las comunidades coralinas, este incremento del zooplancton puede representar una fuente adicional de alimento para corales heterótrofos y organismos asociados; sin embargo, también puede estar relacionado con condiciones ambientales menos estables que afectan la sensibilidad del ecosistema.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian cambios estructurales significativos en las comunidades fitoplanctónicas y zooplanctónicas a lo largo del periodo de estudio. Esto cambia reflejan la fuerte influencia de las condiciones ambientales, particularmente la temperatura, pH y salinidad, sobre la productividad y estructura trófica del ecosistema. Tal como señalan (Cervantes-Urieta et al., 2021), los ambientes más cálidos y estables favorecen la diversificación del plancton, patrón que se observó en las estaciones evaluadas. La presencia de *Trichodesmium erythraeum*, cianobacteria fijadora de nitrógeno característica de aguas cálidas, estables y con baja turbiedad, confirma esta tendencia y coincide con lo descrito por Alcaraz y Calbet (2003) respecto al papel del fitoplancton en la disponibilidad energética para el zooplancton.

La distribución espacial de la abundancia mostró variaciones importantes entre estaciones, destacándose valores más bajos en las estaciones ubicadas lejos de la costa, donde además se observó actividad pesquera y la presencia de ballenas jorobadas, lo que sugiere un entorno ecológicamente activo y posiblemente influenciado por pulsos de productividad que sustentan diferentes niveles tróficos. En este contexto, la presencia de parches productores constituye un soporte energético esencial para los copépodos y, en consecuencia, para los recursos marinos asociados (Tapia-Larios, 2024).

En términos metodológicos, el muestreo subsuperficial mediante botellas Van Dorn, instrumento altamente utilizados y equipados con termómetro, permitió obtener muestras representativas, aunque con la limitante ya señalada por Sastre et al. (2019) respecto a la reducida cantidad disponible de estudios florísticos en el Ecuador. Sin embargo, los resultados obtenidos permiten interpretar de manera consistente a dinámica espacio – temporal del plancton.

A lo largo del estudio, el zooplancton se confirmó como un componente clave en el flujo de energía entre el fitoplancton y los niveles tróficos superiores, función que se vio reflejada en el notable incremento de abundancia registrado en septiembre, superior al 100%, lo que evidencia su dependencia directa de la productividad primaria (Heneghan et al., 2016). Las estaciones Chepan y Ballena destacaron por concentrar la mayor y menor cantidad de individuos, respectivamente, sugiriendo la existencia de microhábitats diferenciales asociados a la disponibilidad de nutrientes y la estabilidad ambiental.

El análisis taxonómico mostró que la mayoría de ordenes estuvieron representados por una sola familia, mientras que Calanoida y Cyclopoida fueron los más dominantes, patrón ampliamente reportado para ambientes tropicales debido a su eficiencia en el pastoreo y su elevada capacidad adaptativa (De Oliveira Dias et al., 2023; Prado & Cajas, 2010). Esta dominancia coincide con la evidencia de un ecosistema fitoplanctónico equilibrado, donde los recursos se distribuyen eficientemente entre los diferentes grupos (Geng et al., 2022).

Sin embargo, también se observaron periodos marcados por la proliferación de especies oportunistas asociadas a pulsos de alta disponibilidad de nutrientes, fenómeno descrito por Sosa-Ávalos et al. (2025). Esto explica la disminución del índice de Pielou y la menor uniformidad del ensamble durante ciertos meses, respuesta ecológica típica cuando pocas especies desplazan temporalmente a las menos competitivas (Bucklin, 2021; Uttieri et al., 2023). La relación directa entre estos patrones y la estabilidad química del medio reafirma la influencia reguladora de variables como pH, en concordancia con lo propuesto por Clark y Warwick (2001).

Los análisis de diversidad complementan esta interpretación, el índice de Shannon-Wiener presentó correlación positiva con la temperatura y el oxígeno disuelto, mientras que Simpson se asoció con la salinidad, lo que sugiere una comunidad diversa, pero con variaciones en equidad. La menor uniformidad registrada durante los periodos de mayor productividad coincide con el comportamiento del índice de Pielou. Este patrón ha sido reportado en comunidades de subsuperficie cuyo ensamblaje depende de la estabilidad térmica y del balance iónico del medio (Geng et al., 2022) así como de la disponibilidad de nutrientes y la intensidad lumínica (Tapia-Larios, 2024).

Al correlacionar las condiciones ambientales con los patrones biológicos, se determinó que las estaciones con mayor temperatura y pH presentaron menor diversidad, mientras que aquellas con temperaturas moderadas y pH ligeramente ácido mostraron mayor equidad y riqueza. Este comportamiento confirma lo señalado por Espino y Hernández (2015) y Albertcht (2022), quienes destacan el valor del plancton como bioindicador de la salinidad del agua.

Finalmente, el análisis de componentes principales (PCA) del zooplancton reveló que más del 72% de la varianza fue explicada por los primeros componentes, evidenciando

una relación positiva entre los índices de Shannon y Simpson durante junio – julio, mientras que Pielou se mantuvo independiente. Esto indica comunidades con alta diversidad y equidad intermedia, asociadas a un ecosistema estable don dominancias extremas, en concordancia con lo propuesto por Alcaraz y Calbet (2003).

## CONCLUSIONES

El estudio evidenció una alta variabilidad estacional y espacial en la composición y abundancia del fitoplancton y zooplancton. Durante junio – julio se registraron comunidades con mayor diversidad y con mayor equitatividad, mientras que en septiembre se observó un aumento significativo de la abundancia en ciertas estaciones, esto se atribuye a un aumento de productividad y posibles surgencias costeras. La revisión de las abundancias relativas (ver tablas X y X) confirmó que el fitoplancton estuvo dominado por diatomeas, mientras que en el zooplancton predominaron los órdenes Calanoida, Pteropoda y Cyclopoida (ver tablas X, X y X). esta composición coincide con lo reportado para ecosistemas coralinos tropicales, donde estos grupos desempeñan roles claves en la transferencia de energía dentro de la red trófica.

Los índices ecológicos aplicados, tales como Shannon – Winner, Simpson y Pielou demostraron que las comunidades planctónicas durante los meses de junio – julio presentaron alta diversidad y alta equitatividad, reflejando un ecosistema estable. Sin embargo, para el mes de septiembre se registró un descenso de equidad y aumento de dominancia, por lo que se evidencia un desequilibrio temporal, este desequilibrio puede estar influenciado por cambios estacionales, variaciones físico – químicas y la presencia de cetáceos cerca de los puntos de muestreos. Estos patrones confirman que ambas comunidades responden de manera sensible a las fluctuaciones ambientales del ecosistema coralino.

El análisis multivariado mostró una fuerte correlación entre la variación del plancton y parámetros ambientales como: temperatura, salinidad y pH. La temperatura superficial y la salinidad fueron identificadas como los principales parámetros moduladores del comportamiento estacional de la abundancia y diversidad planctónica. Se confirmó que la productividad del fitoplancton influye directamente en la disponibilidad de recursos para el zooplancton, estableciendo una relación ecológica estrecha entre ambos grupos y la dinámica físico-química.

Los resultados evidencian que los arrecifes de la zona estudiada responden rápidamente a variaciones físico-químicas, lo que confirma su alta sensibilidad ambiental. La relación en temperatura, nutrientes y parámetros de calidad del agua con las variaciones en la comunidad coralina y planctónica demuestra la vulnerabilidad del ecosistema frente a

perturbaciones naturales y antrópicas. Por ello, el monitoreo continuo es fundamental para detectar señales tempranas de estrés y evaluar la resiliencia de arrecife a largo plazo.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda ampliar la frecuencia temporal del muestreo del fitoplancton y zooplancton para identificar ciclos de productividad con mayor precisión e incluir periodos climatológicos. La generación de una línea base robusta es esencial porque permite identificar cambios reales en la estructura planctónica y distinguir variaciones naturales de alteraciones causadas por impactos ambientales. Además, al relacionar la abundancia y composición del fitoplancton y zooplancton con parámetros físico-químicos, es posible evaluar de manera temprana la salud y estabilidad de las comunidades coralinas. Para ello, la línea base debe construirse mediante muestreos representativos en el tiempo y el espacio, la medición simultánea de variables ambientales, la estandarización de protocolos y el uso de análisis que definan patrones de referencia confiables para el monitoreo futuro.

Establecer un programa de monitoreo permanente que incluya muestreos periódicos del plancton y de los principales parámetros físico-químicos del agua. Este monitoreo debe aplicarse utilizando métodos estandarizados, como el uso de redes de plancton para la colecta de organismos, botellas Van Dorm para la toma de muestras de agua y protocolo consistentes de conteo e identificación en laboratorio. A partir de esta información, se sugiere calcular de manera regular índices ecológicos como diversidad, dominancia y equidad, con el fin de detectar oportunamente cambios en la estructura comunitaria y anticipar posibles alteraciones en el ecosistema coralino.

Es necesario promover la protección y manejo sostenible de las comunidades coralinas, en concordancia con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 14 – Vida Submarina y las políticas nacionales de conservación marina, así como establecer medidas de educación ambiental y regulación de actividades pesqueras y turísticas en áreas adyacentes a los arrecifes para reducir impactos directos sobre el equilibrio ecológico. Finalmente, se recomienda fomentar la colaboración entre instituciones académicas, el Ministerio del Ambiente y Energía (MAE) y las comunidades locales, con el propósito de fortalecer la generación de información científica y promover la gestión participativa de los ecosistemas marino-costeros.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaraz, M., & Calbet, A. (2003). Zooplankton Ecology. *MARINE ECOLOGY*.
- Altairano-Vera, K. E. (2022). *Diversidad y abundancia de fitoplancton en cuatro estaciones fijas en la zona Suroeste del Golfo de Guayaquil en el período 2002, 2003 y 2005*. [UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA].  
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8110/1/UPSE-TBM-2022-0001.pdf>
- Ardisson, P. & Departamento de Recursos del Mar, Cinvestav. (2024). Spatial distribution of zooplankton in the salinity gradient between the Dos Bocas port and the Mecoacan lagoon, Tabasco. *Hidrobiológica*, 34(1), 61-69. <https://doi.org/10.24275/QSPU3533>
- Arteaga Sogamosa, E., Rodríguez Rubio, E., & Galeano, A. M. (2008). Distribución, abundancia y composición del Fitoplancton y condiciones ambientales en la cuenca Pacífica colombiana, durante enero-febrero de 2007. *Boletín Científico CCCP*, 15, 105-122. [https://doi.org/10.26640/01213423.15.105\\_122](https://doi.org/10.26640/01213423.15.105_122)
- Baylón, M., Advíncula, O., Loyola, O., Norabuena, Á., & Hernández-Becerril, D. (2019). VARIACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DEL FITOPLANCTON CON ÉNFASIS EN LAS FLORACIONES ALGALES FRENTE A LA PLAYA DE PESCADORES ARTESANALES DE CHORRILLOS / LIMA / PERÚ. *Ecología Aplicada*, 18(2), 133. <https://doi.org/10.21704/rea.v18i2.1332>
- Boyd, C. E. (2017). El topplancton y su impacto en la calidad del agua. *Responsible Seafood Advocate*, 6.
- Bucklin, A. (2021). Toward a global reference database of COI barcodes for marine zooplankton. *Marine Biology*.
- Cabrera-Carreño, C., & Alió-Mingo, J. (2020). ABUNDANCIA, COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD DEL FITOPLANCTON EN LA ZONA DE COJIMÍES –MANABÍ, DURANTE LOS MESES DE MAYO-OCTUBRE DEL 2018. . . *ISSN*, 3.
- Calero, V. (2020). *Diversidad de corales presentes en la zona submareal de San Lorenzo – Salinas* [UPSE]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5594>

- Cárdenas-Calle, M., Mora, E., Torres, G., Pérez-Correa, J., Bigatti, G., Signorelli, J., & Coronel, J. (2020). Marine invertebrate and seaweed biodiversity of continental coastal Ecuador. *Biodiversity Data Journal*, 8, e53818. <https://doi.org/10.3897/BDJ.8.e53818>
- Cárdenas-Calle, M., Triviño, M., Giovanni, G., & Velásquez, M. (2018). Comunidades Bentónicas Presentes en Sitios de Buceo en la Reserva Marina El Pelado. *Investigatio*, 11, 67-88. <https://doi.org/10.31095/investigatio.2018.11.6>
- Castañeda Fernández de Lara, V., Loaiza-Villanueva, R., Pérez-Valencia, S., Martínez-Tovar, I., Sánchez-Cruz, A., Turk Boyer, P., & Castillo-López, A. (2010). *IMPORTANCIA DE LOS ARRECIFES ROCOSOS DEL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA*. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35739664/1bienio\\_oemgc\\_res\\_vcstaneda\\_etallibre.pdf?1417033399=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIMPORTANCIA\\_DE\\_LOS\\_ARRECIFES\\_ROCOSOS\\_DEL.pdf&Expires=1730128218&Signature=ZhTWqjD2CHLxDDIaW7SZyhhnUvRfgpQluUW0SI91Set6UJvZ-a3~eMEPYJYJuWr9tHQUW1xmTBXEbmkm7lIFC-UheM5Tv54WcXoUs~V5cG-Pq0kIJo~BKoVTG8PBms8OQ36T-mu1pCAairvY3UeVMIVyJbrQyc3oeZIC75TFksYtz-kN-KTWMo0UtZ3rKtxoQbRgC18Xq3WODNrWmXL~uc-QvwLnZIES4aGHWDAemmdvYtaXjvNuxUEfq0q267pcnCK0EeMuVv7GAq7mSgLt0R4L5exEU1S3vWPTOrlgyWGCBAB7~LGIMBh08tNcQeB~3ZMj7bI55ArqZIKttvUgQ\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35739664/1bienio_oemgc_res_vcstaneda_etallibre.pdf?1417033399=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIMPORTANCIA_DE_LOS_ARRECIFES_ROCOSOS_DEL.pdf&Expires=1730128218&Signature=ZhTWqjD2CHLxDDIaW7SZyhhnUvRfgpQluUW0SI91Set6UJvZ-a3~eMEPYJYJuWr9tHQUW1xmTBXEbmkm7lIFC-UheM5Tv54WcXoUs~V5cG-Pq0kIJo~BKoVTG8PBms8OQ36T-mu1pCAairvY3UeVMIVyJbrQyc3oeZIC75TFksYtz-kN-KTWMo0UtZ3rKtxoQbRgC18Xq3WODNrWmXL~uc-QvwLnZIES4aGHWDAemmdvYtaXjvNuxUEfq0q267pcnCK0EeMuVv7GAq7mSgLt0R4L5exEU1S3vWPTOrlgyWGCBAB7~LGIMBh08tNcQeB~3ZMj7bI55ArqZIKttvUgQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)
- Cervantes-Urieta, V. A., Trujillo-Tapia, Ma. N., Violante-González, J., Moreno-Díaz, G., Rojas-Herrera, A. A., & Rosas-Guerrero, V. (2021). Temporal dynamics of the phytoplankton community associated with environmental factors and harmful algal blooms in Acapulco Bay, Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 49(1), 110-124. <https://doi.org/10.3856/vol49-issue1-fulltext-2525>
- Cisneros, K. L., González, O. H., Ortiz, C. A. S., Villalobos, J. C. R., Bocos, A. A., Quiñones, O. E. H., & Favoretto, F. (2025). Arrecifes rocosos. En *Arrecifes rocosos del*

- Archipiélago de Revillagigedo* (pp. 83-89). California Digital Library.  
<https://escholarship.org/uc/item/3wp552dt>
- Contreras-Espinosa, F., & Rivera-Guzmán, N. E. (2005). *Nutrientes y productividad primaria fitoplanctónica en una laguna costera tropical intermitente (La Mancha, Ver.) del Golfo de México*. 15(3).
- Crespo, D., & Pardal, M. Á. (2024). *Ecological and Economic Importance of Benthic Communities* (Springer, Cham). Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals.; In: Leal Filho, W., Azul, A.M., Brandli, L., Lange Salvia, A., Wall, T. (eds) Life Below Water. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-98536-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-98536-7_5)
- Curran, A., & Barnard, S. (2021). What is the role of zooxanthellae during coral bleaching? Review of zooxanthellae and their response to environmental stress. *South African Journal of Science*, 117(7/8). <https://doi.org/10.17159/sajs.2021/8369>
- De Oliveira Dias, C., Santos Menezes, B., Valente Araujo, A., & Costa Bonecker, S. L. (2023, mayo 23). Copepod assemblage structure in a tropical eutrophic estuarine system in the Southwestern Atlantic Ocean: Ecological indicators and functional groups. *Regional Studies in Marine Science*, 63. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.103014>
- EPA. (2021). *UTERMöHL METODO.pdf* (Versión 7).  
[https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-12/lg401.v07-phytoplankton-analysis\\_rfa.pdf](https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-12/lg401.v07-phytoplankton-analysis_rfa.pdf)
- EPA. (2023, junio 8). La importancia de los arrecifes de coral. [Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos]. *La importancia de los arrecifes de coral*.  
<https://espanol.epa.gov/espanol/la-importancia-de-los-arrecifes-de-coral>
- Figuerola-Pico, J., Tortosa, F. S., & Carpio, A. J. (2020). Coral fracture by derelict fishing gear affects the sustainability of the marginal reefs of Ecuador. *Coral Reefs*, 39(3), 819-827.  
<https://doi.org/10.1007/s00338-020-01926-6>
- GAD Provincial de Santa Elena. (2023). *Plan-de-Desarrollo-y-Ordenamiento-Territorial-Santa-Elena-20192023\_compressed.pdf*. Empresa Pública de Obras, Bienes y Servicios

santa elena e.p. gadse.gob.ec/gadse/wp-content/uploads/2020/05/Plan-de-Desarrollo-y-Ordenamiento-Territorial-Santa-Elena-20192023\_compressed.pdf

- Gagneten, A. M., Andrade, V. S., Romero, N., Regaldo, L., Arias, M. J., & Reno, U. (2022). Zooplancton. En *Ambientes acuáticos de la provincia de Santa Fe Protocolos de monitoreo con perspectiva socioecológica* (1a ed., p. 249). Ediciones UNL,.
- Geng, Y., Li, M., Yu, R., Sun, H., Zhang, L., Sun, L., Lv, C., & Xu, J. (2022). Response of planktonic diversity and stability to environmental drivers in a shallow eutrophic lake. *Ecological Indicators*, 144, 109560. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109560>
- Glynn, P. W. (2003). Coral communities and coral reefs of Ecuador. En *Latin American Coral Reefs* (pp. 449-472). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-044451388-5/50020-5>
- Glynn, P. W., Feingold, J. S., Baker, A., Banks, S., Baums, I. B., Cole, J., Colgan, M. W., Fong, P., Glynn, P. J., Keith, I., Manzello, D., Riegl, B., Ruttenberg, B. I., Smith, T. B., & Vera-Zambrano, M. (2018). State of corals and coral reefs of the Galápagos Islands (Ecuador): Past, present and future. *Marine Pollution Bulletin*, 133, 717-733. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.06.002>
- Glynn, P. W., Riegl, B., Purkis, S., Kerr, J. M., & Smith, T. B. (2015). Coral reef recovery in the Galápagos Islands: The northernmost islands (Darwin and Wenman). *Coral Reefs*, 34(2), 421-436. <https://doi.org/10.1007/s00338-015-1280-4>
- Gómez, N., Domínguez, E., Capítulo, A. R., & Fernández, H. R. (2020). *Los indicadores biológicos*.
- Gómez-Márquez, J. L., & Peña-Mendoza, B. (2013). *Composición, abundancia del zooplancton y calidad de agua en un microreservorio en el estado de Morelos Zooplankton composition, abundance and water quality in a microreservoir at Morelos State*. 23(2).
- Hallegraeff, G. M., Anderson, D. M., Belin, C., Bottein, M.-Y. D., Bresnan, E., Chinain, M., Enevoldsen, H., Iwataki, M., Karlson, B., McKenzie, C. H., Sunesen, I., Pitcher, G. C., Provoost, P., Richardson, A., Schweibold, L., Tester, P. A., Trainer, V. L., Yñiguez, A. T., & Zingone, A. (2021). Perceived global increase in algal blooms is attributable to

- intensified monitoring and emerging bloom impacts. *Communications Earth & Environment*, 2(1), 117. <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00178-8>
- Heneghan, R. F., Everett, J. D., Blanchard, J. L., & Richardson, A. J. (2016). Zooplankton Are Not Fish: Improving Zooplankton Realism in Size-Spectrum Models Mediates Energy Transfer in Food Webs. *Frontiers in Marine Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/fmars.2016.00201>
- Hoek, L. S. V. D., & Bayoumi, E. K. (2017). Importance, Destruction and Recovery of Coral Reefs. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 12(02), 59-63. <https://doi.org/10.9790/3008-1202025963>
- Jahan, S. (2023). The Role of Phytoplanktons in the Environment and in Human Life, a Review. *BASRA JOURNAL OF SCIENCE*, 41(2), 392-411. <https://doi.org/10.29072/basjs.20230212>
- Laborda, A. J. (2018). Los arrecifes del Pacífico Oriental Tropical, “los otros arrecifes de coral”. *Ambiociencias*, 49-68. <https://doi.org/10.18002/ambioc.v0i16.5755>
- LaJeunesse, T. C. (2020). Zooxanthellae. *Current Biology*, 30(19), R1110-R1113. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.03.058>
- LaJeunesse, T. C., Parkinson, J. E., Gabrielson, P. W., Jeong, H. J., Reimer, J. D., Voolstra, C. R., & Santos, S. R. (2018). Systematic Revision of Symbiodiniaceae Highlights the Antiquity and Diversity of Coral Endosymbionts. *Current Biology*, 28(16), 2570-2580.e6. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.07.008>
- Luzuriaga, M. (2017). DISTRIBUCION Y MIGRACIONES VERTICALES DEL ZOOPLANCTON EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología*, 1,(Nº 1).
- MAATE. (2020). *PLAN DE MANEJO RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA MARINO COSTERA PUNTILLA DE SANTA ELENA*.
- Manzello, D. P., Enochs, I. C., Bruckner, A., Renaud, P. G., Kolodziej, G., Budd, D. A., Carlton, R., & Glynn, P. W. (2014). Galápagos coral reef persistence after ENSO

- warming across an acidification gradient. *Geophysical Research Letters*, 41(24), 9001-9008. <https://doi.org/10.1002/2014GL062501>
- Margalef, R. (1973). Fitoplancton marino de la región de afloramiento del NW de África: II. Composición y distribución del fitoplancton (campana "SAHARA II" del "Cornide de Saavedra"). *Resultados Expediciones Científicas del Buque Oceanográfico Cornide de Saavedra 2: 65-94 (1973)*, 65-94.
- Matsumoto, K., Tanioka, T., & Rickaby, R. (2020). Linkages Between Dynamic Phytoplankton C:N:P and the Ocean Carbon Cycle Under Climate Change. *Oceanography*, 33(2). <https://doi.org/10.5670/oceanog.2020.203>
- Morales-Domínguez, E., Álvarez-Sánchez, L. F., & Calderón-Aguilera, L. E. (2023). Seasonal and spatial variability of the euphotic zone in Bahía de Banderas. *Hidrobiológica*, 33(2), 211-222. <https://doi.org/10.24275/RZPR6531>
- Plama - Sánchez, M. Á. (2021). *Evaluación y estado de conservación del grado de resiliencia de los arrecifes coralinos marginales de Ecuador* [Universidad de Córdoba (España)]. <http://hdl.handle.net/10261/264898>
- Prado, M., Bucheli, R., Guerreo, J., & Cajas, J. (2018). *VARIABILIDAD Y ESTRUCTURA COMUNITARIA DEL PLANCTON A 10 MILLAS DE LAS COSTAS DE LAS PROVINCIAS DE MANABÍ Y SANTA ELENA DURANTE 2018*.
- Prado, M., & Cajas, J. (2010). VARIABILIDAD DEL PLANCTON EN ESTACIONES FIJAS FRENTE A LA COSTA ECUATORIANA DURANTE EL 2007. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología*, 4(3). [https://www.researchgate.net/publication/305399916\\_Variabilidad\\_del\\_plancton\\_en\\_estaciones\\_fijas\\_frente\\_a\\_la\\_costa\\_ecuatoriana\\_durante\\_2007?enrichId=rgreq-ec4ee6bd5e954b657049fa56c73c46f1-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMwNTM5OTkxNjtBUzozODUzMDIwNjI0ODU1MDRAMTQ2ODg3NDU3ODM2MA%3D%3D&el=1\\_x\\_2&\\_esc=publicationCoverPdf](https://www.researchgate.net/publication/305399916_Variabilidad_del_plancton_en_estaciones_fijas_frente_a_la_costa_ecuatoriana_durante_2007?enrichId=rgreq-ec4ee6bd5e954b657049fa56c73c46f1-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMwNTM5OTkxNjtBUzozODUzMDIwNjI0ODU1MDRAMTQ2ODg3NDU3ODM2MA%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf)

- Prado, M., Coello, D., Cajas, J., & Contreras, L. (2012). CARACTERIZACIÓN DEL FITOPLANCTON Y ZOOPLANCTON EN LA RESERVA ECOLÓGICA MANGLARES CAYAPAS MATAJE DE ECUADOR. *Revista Ciencias del Mar y Limnología*, 6, 102-139.
- Quijije-López, L. J., Alió-Mingo, J. J., & Napa-España, J. P. (2020). *Abundance, composition and diversity of zooplankton in the Cojimies—Manabí area, during the months of May to October 2018*. 6.
- Reguera, B., & Alonso, R. (2011). *GUÍA PARA EL DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE UN PLAN DE SEGUIMIENTO DE MICROALGAS PRODUCTORAS DE TOXINAS*.
- Reguero, B. G., Secaira, F., Toimil, A., Escudero, M., Losada, Í. J., Silva, R., Beck, M. W., Simal, P. D., Abad, S., Ortega, S. T., Menéndez, P., Mendoza, E., & Way, M. (2019). *The Risk Reduction Benefits of Coral Reefs and Dunes in the Mexican Caribbean—Technical Report*.
- Rhoades, O. K., Brandt, M., & Witman, J. D. (2023). La Niña-related coral death triggers biodiversity loss of associated communities in the Galápagos. *Marine Ecology*, 44(5), e12767. <https://doi.org/10.1111/maec.12767>
- Samanez Valer, I., Rimarachín Ching, V., Palma Gonzales, C., Arana Maestre, J., Ortega Torres, H., Correa Roldán, V., & Hidalgo Del Águila, M. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: Plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Zona Comunicaciones S.A.C. <https://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wp-content/uploads/sites/21/2014/02/M%C3%A9todos-de-Colecta-identificaci%C3%B3n-y-an%C3%A1lisis-de-comunidades-biol%C3%B3gicas.compressed.pdf>
- Semina, M. J. (1978). *Phytoplankton manual*. Unesco.
- Shah, J. A., Pandit, A. K., & Shah, G. M. (2018). *Zooplankton as bioindicators of trophic status of two wetlands in Kashmir Himalaya*.

- Shinzato, C., & Yoshioka, Y. (2024). Genomic Data Reveal Diverse Biological Characteristics of Scleractinian Corals and Promote Effective Coral Reef Conservation. *Genome Biology and Evolution*, 16(2), evae014. <https://doi.org/10.1093/gbe/evae014>
- Tang, X., Liu, L., Wang, Y., Xu, J., Huang, Y., Qin, Q., Xu, F., & Zhang, F. (2024). Characteristics of plankton community structure and applicability of biomaniipulation in midstream of the Jialing River—The biggest tributary of the Yangtze River. *Journal of Freshwater Ecology*, 39(1), 2378835. <https://doi.org/10.1080/02705060.2024.2378835>
- Tapia-Larios, C. M. (2024). *DINÁMICA DE CIANOBACTERIAS EN UN EMBALSE EUTRÓFICO TROPICAL: EXPLORACIÓN DE FACTORES AMBIENTALES Y TOXICIDAD DE FLORACIONES*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28310.73282>
- Uttieri, M., Carotenuto, Y., Di Capua, I., & Roncalli, V. (2023). Ecology of Marine Zooplankton. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(10), 1875. <https://doi.org/10.3390/jmse11101875>
- Villamar, F., & Cruz, M. (2007). *MACROFUNA BENTÓNICA EN A ZONA INTERMAREAL Y SIBMAREAL EN CALETA AEOLIAN, ISLA BALTRA GALPAGOS, ECUADOR.pdf*. [https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas\\_oceanograficas/acta14/OCE1401\\_17.pdf](https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta14/OCE1401_17.pdf)
- Walther-Mendoza, M., Reyes-Bonilla, H., LaJeunesse, T. C., & López-Pérez, A. (2016). Distribución y diversidad de dinoflagelados simbióticos en corales pétreos de la costa de Oaxaca, Pacífico de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(2), 417-426. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.03.007>
- Woelfl, S., Caputo, L., García-Chicote, J., & De Los Ríos, P. (2018). *MANUALES PARA EL MUESTREO Y BIOINDICACIÓN DE ZOOPLANCTON* (Ministerio del Medio Ambiente, Vol. 1). Manuales Sociedad Chilena de Limnología.
- Xiao, J., Wang, B., Qiu, X.-L., Yang, M., & Liu, C.-Q. (2021). Interaction between carbon cycling and phytoplankton community succession in hydropower reservoirs: Evidence from stable carbon isotope analysis. *Science of The Total Environment*, 774, 145141. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145141>

Xu, Y., Zhang, J., Huang, H., Yuan, X., Zhang, J., & Ge, J. (2022). Coral Symbiosis Carbon Flow: A Numerical Model Study Spanning Cellular to Ecosystem Levels. *Frontiers in Marine Science*, 9, 749921. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.749921>

Zamudio, M., Hernández Márquez, S., & Calvillo, A. (2024). *Fitoplancton*.

## ANEXOS

Anexo 1. Tabla biológica, botella fitoplacton mes de junio – julio.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	Punta Carnero	Gigi María	Chepan	Corvin	Ballena	Tampib	
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann & J.C.Lewin, 1964	123972	0	30993	0	0	10331	
			Pseudo-nitzschia complejo delicatissima	929790	361585	30993	144634	10331	61986	
			Pseudo-nitzschia complejo seriata	20662	0	72317	0	0	0	
			Nitzschia longissima (Brébisson) Ralfs, 1861	10331	20662	0	0	10331	0	
			Nitzschia paleacea Grunow in Van Heurck, 1881	0	0	0	0	0	0	
	Naviculales	Naviculaceae	Haslea wawriake (Hustedt) Simonsen, 1974	10331	20662	20662	0	0	0	
			Navicula directa (W.Smith) Ralfs, 1861	0	0	0	0	10331	0	
			Navicula transitans var. derasa f. delicatula Heimdal, 1970	0	0	0	0	10331	0	
		Pleurosigmaaceae	Pleurosigma nicobaricum Grunow, 1880	0	0	0	0	10331	0	
			Pleurosigma elongatum W.Smith, 1852	10331	0	0	0	0	0	
			Lyrella clavata (Gregory) D.G.Mann, 1990	0	0	0	0	10331	0	
	Lyrellales	Lyrellaceae								
	Coscinodiscophyceae	Chaetocerotanae	Chaetocerotaceae	Chaetoceros debilis Cleve, 1894 emend Xu, Y.Li & Lundholm in Xu et al., 2020	0	10331	0	0	0	0
				Chaetoceros compressus Luder, 1864	0	10331	20662	0	0	0
Chaetoceros decipiens Cleve, 1873				10331	0	0	0	0	0	
Chaetoceros laciniosus F.Schütt, 1895				0	0	10331	0	0	0	
Chaetoceros brevis F.Schütt, 1895				0	0	10331	0	0	0	

			Chaetoceros lauderi Ralfs, 1864	0	0	0	0	0	10331
			Chaetoceros paradoxus Cleve, 1873	0	0	0	0	0	10331
			Bacteriastrum delicatulum Cleve, 1897	0	10331	0	0	0	0
Coscinodiscals	Heliopeltaceae		Actinocyclus curvatus Janisch, 1874	0	0	10331	0	0	0
Hemiaulales	Hemiaulaceae		Eucampia cornuta (Cleve) Grunow, 1883	10331	10331	0	0	0	0
Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae		Dactyliosolen phuketensis (B.G. Sundström) G.R.Hasle, 1996	0	10331	0	10331	0	0
			Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle, 1996	134303	237613	123972	206620	0	0
			Guinardia flaccida (Castracane) H.Peragallo, 1892	20662	0	10331	0	0	0
			Rhizosolenia styliformis T.Brightwell, 1858	0	20662	0	0	0	0
			Rhizosolenia imbricata Brightwell, 1858	10331	0	0	0	10331	10331
			Rhizosolenia hyalina Ostenfeld, 1901	0	0	0	0	20662	0
			Pseudoguinardia recta von Stosch, 1986	0	10331	0	0	0	0
			Dactyliosolen fragilissimus (Bergon) Hasle, 1996	20662	10331	72317	0	0	0
		Thalassiosirales	Thalassiosiraceae		Thalassiosira subtilis (Ostenfeld) Gran, 1900	0	0	309930	0
Leptocylindrals	Leptocylindraaceae		Leptocylindrus minimus Gran, 1915	10331	0	10331	0	0	
			Leptocylindrus danicus Cleve, 1889	423571	444233	175627	103310	154965	0
Fragilariophyceae	Thalassionematales	Thalassionemataceae	Lioloma pacificum (Cupp) Hasle, 1996	0	10331	0	0	0	
Dinophyceae	Gymnodiniales	Gymnodiniaceae	Gymnodinium sp.	0	10331	10331	10331	10331	0

Anexo 2. Tabla biológica, arrastre fitoplancton mes de junio – julio.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	Punta Carne ro	Gigi Mar ía	Ch ep an	Co rvi n	Ba lle na	Ta mpi b
Bacillario phyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann & J.C.Lewin, 1964	0	3456	0	864	864	5184
			Pseudo-nitzschia complejo delicatissima	0	864	864	1728	0	2592
			Pseudo-nitzschia complejo seriata	0	2592	0	0	0	864
			Nitzschia paleacea Grunow in Van Heurck, 1881	0	0	0	0	0	1728
	Naviculales	Naviculaeae	Haslea wawriake (Hustedt) Simonsen, 1974	0	0	0	0	1728	864
			Navicula sp.	0	0	0	0	0	2592
Navicula transitans var. derasa f. delicatula Heimdal, 1970			0	0	0	864	0	0	
Coscinodiscophyceae	Chaetocerotanae	Chaetocerotaceae	Chaetoceros denticulatus Lauder	864	0	0	864	0	4320
			Chaetoceros coarctatus Lauder, 1864	864	864	864	864	0	8640
			Chaetoceros decipiens Cleve, 1873	0	864	0	2592	864	1728
			Chaetoceros lorenzianus Grunow, 1863	0	0	0	864	0	6912
			Chaetoceros affinis Lauder, 1864	864	0	0	864	0	1728
			Chaetoceros peruvianus Brightwell, 1856	0	0	0	864	0	864
			Chaetoceros curvisetus Cleve, 1889	0	864	0	0	0	864
			Chaetoceros tortissimus Gran, 1900	0	0	0	0	0	1728
			Bacteriastrum delicatulum Cleve, 1897	864	0	0	0	0	0
	Coscinodiscales	Coscinodiscaceae	Coscinodiscus gigas Ehrenberg, 1841	0	0	0	0	0	2592
			Coscinodiscus concinnus W.Smith, 1856	0	0	0	864	0	0
		Hemiaulales	Hemiaulaceae	Eucampia cornuta (Cleve) Grunow, 1883	0	0	0	864	0
	Cerataulina pelagica (Cleve) Hendey, 1937			0	0	0	864	1728	0
	Hemiaulus hauckii Grunow ex Van Heurck, 1882			0	0	0	0	0	5184
	Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	Dactyliosolen phuketensis (B.G.Sundström) G.R.Hasle, 1996	0	864	5184	0	0	0
			Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle, 1996	1728	1728	864	2592	0	13824
			Guinardia flaccida (Castracane) H.Peragallo, 1892	0	0	0	864	0	0
			Rhizosolenia styliiformis T.Brightwell, 1858	864	24192	0	39744	3456	13824

			Rhizosolenia imbricata Brightwell, 1858	0	864 0	0	23 32 8	86 4	518 4
			Rhizosolenia hebetata J.W.Bailey 1856	0	0	0	0	86 4	0
			Rhizosolenia acuminata (H.Peragallo) H.Peragallo, 1907	0	0	0	0	86 4	864
			Rhizosolenia hyalina Ostenfeld, 1901	0	0	0	86 4	0	0
			Rhizosolenia robusta G.Norman ex Ralfs, 1861	2592	0	0	86 4	0	864
			Pseudoguinaridia recta von Stosch, 1986	0	0	0	34 56	0	0
			Pseudosolenia calcaravis (Schultze) B.G.Sundström, 1986	0	172 8	0	0	0	0
			Proboscia alata (Brightwell) Sundström, 1986	0	864	0	0	0	0
			Dactyliosolen fragilissimus (Bergon) Hasle, 1996	0	0	0	0	17 28	120 96
	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Thalassiosira sp.	0	864	0	86 4	86 4	103 68
Thalassiosira subtilis (Ostenfeld) Gran, 1900			0	0	0	0	0	103 680 0	
Lauderia		Lauderia annulata Cleve, 1873	864	0	0	0	0	0	
Skeletonemataceae		Skeletonema costatum (Greville) Cleve, 1873	0	0	0	0	0	864	
Leptocylindrales	Leptocylindraceae	Leptocylindrus danicus Cleve, 1889	0	0	25 92	86 4	0	0	
Lithodesmiales	Lithodesmiaceae	Helicotheca tamesis (Shrubsole) M.Ricard, 1987	864	864	0	86 4	0	518 4	
		Climacodium frauenfeldianum Grunow, 1868	864	0	0	0	0	864	
Fragilariophyceae	Thalassionematales	Thalassionemataceae	Lioloma pacificum (Cupp) Hasle, 1996	0	864	0	0	17 28	864
			Thalassionema nitzschioides (Grunow) Mereschkowsky, 1902	0	0	0	86 4	0	172 8
Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	Trichodesmium erythraeum Ehrenberg ex Gomont, 1892	0	0	0	0	0	172 8
Dinophyceae	Gymnodiniales	Gymnodiniaceae	Akashiwo sanguinea (K.Hirasaka) Gert Hansen & Moestrup, 2000	0	0	0	86 4	86 4	864
			Gymnodinium sp.	0	345 6	86 4	17 28	0	0
	Noctilucales	Kofoidiniaceae	Kofoidinium pavillardii J.Cachon & M.Cachon, 1967	864	259 2	0	0	0	864

			Tripus macroceros (Ehrenberg) Hallegraeff & Huisman, 2020	0	0	0	86 4	0	0
	Gonyaul acales	Ceratiac eae	Tripus massiliensis (Gourret) F.Gómez, 2013	0	0	0	86 4	0	864
			Tripus lunula (Schimper ex Karsten) F.Gómez, 2013	0	0	0	86 4	0	0
			Tripus tripodioides (Jørgesen) F.Gómez, 2013	0	0	0	0	0	864
			Tripus carriensis (Gourret) F.Gómez, 2013	0	0	0	0	0	864
	Gonyaul acales	Pyrocyst aceae	Pyrocystis fusiformis C.W.Thomson, 1876	0	0	0	86 4	0	0
			Pyrocystis pseudonociluca Wyville-Thompson, 1876	0	0	0	86 4	0	864

Anexo 3. Tabla biológica, botella zooplancton mes de junio – julio.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	Nombre científico	Punta Carnero	Gigi María	Chepan	Corvin	Ballena	Tampib
Gastropoda	Pteropoda	Cavoliniidae	Cavolinia sp.	0	0	0	0	0	4
	Pteropoda	Creseidae	Creseis acicula	0	8	12	16	0	16
	Pteropoda	Creseidae	Creseis sp.	4	0	0	0	0	0
	Pteropoda	Creseidae	Creseis chierchiai	0	0	0	16	0	0
	Pteropoda	N.N.	Pteropoda N.N.	0	0	0	4	0	0
	Pteropoda	Limaciniidae	Limacina sp.	0	4	0	0	0	0
Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	Penilia avirrostris	10	20	160	100	80	160
	Diplostraca	Podonidae	Evadne tergestina	10	10	0	10	10	10
Ostracoda	Halocyprida	Halocyprididae	Euconchoecia chierchiai	0	20	10	10	0	0
	Halocyprida	Halocyprididae	Conchoecia sp.	0	4	0	4	0	0
Hexanuplia	Sessilia	Balanidae	Balanus sp. (nauplio)	0	0	10	0	0	40
	Calanoida	Acartiidae	Acartia tonsa	20	0	0	0	20	20
		Acartiidae	Acartia lilljeborgi	0	0	20	10	20	0
		Acartiidae	Acartia sp.	4	0	4	0	0	0
		Paracalanidae	Acrocalanus longicornis	0	0	20	0	0	0
			Acrocalanus gracilis	0	0	10	0	0	0
			Acrocalanus sp.	20	0	0	0	0	0
			Bestiolina sp.	10	0	0	0	0	0
		Calanidae	Canthocalanus pauper	10	120	100	40	0	20
			Calanus sp.	20	20	40	20	0	40
			Nannocalanus minor	10	10	20	20	0	0
			Undinula sp.	0	10	0	10	0	0
		Centropagidae	Centropages furcatus	20	20	40	60	20	0
			Centropages sp.	0	0	0	10	0	10
		Clausocalanidae	Clausocalanus furcatus	20	0	0	0	0	0
		Pontellidae	Labidocera acuta	10	10	10	0	0	0
			Labidocera sp.	40	10	0	10	0	0
		Paracalanidae	Paracalanus parvus	40	0	20	0	0	0
			Paracalanus campaneri	0	20	0	0	0	0
			Paracalanus sp.	10	0	0	0	0	0

		Eucalanidae	Subeucalanus pileatus	20	20	40	0	0	20	
			Eucalanus sp.	0	20	100	100	10	20	
		Euchaetidae	Euchaeta sp.	20	20	60	0	0	0	
			Euchaeta indica	0	10	0	10	0	0	
		Temoridae	Temora discaudata	10	20	20	20	0	10	
			Temora sp.	10	40	60	40	20	40	
		Cyclopoida	Corycaeidae	Corycaeus crassiusculus	10	0	0	10	0	10
				Corycaeus sp.	10	0	0	0	10	0
				Corycaeus ovalis	0	0	20	0	0	0
				Corycaeus andrewsi	0	10	0	0	0	0
	Ditrichocorycaeus amazonicus			0	10	0	0	0	0	
	Farranulla gracilis			0	10	10	0	0	0	
	Farranulla sp.			0	0	0	10	0	0	
	Oncaeidae		Oncaea clevei	0	0	20	0	0	10	
			Oncaea sp.	0	0	10	10	0	0	
			Oncaea venusta	0	20	40	0	0	0	
	Oithonidae		Oithona plumifera	0	0	10	0	0	0	
	Sapphirinae		Sapphirina sp.	0	0	10	0	0	0	
			Sapphirina nigromaculata	0	0	0	10	0	0	
			Copilia mirabilis	10	0	10	10	0	0	
Scolecitricidae	Scolecithrix sp.	10	10	10	0	0	0			
Malacostera	Decapoda (dendrobranchiata)	Penaeidae	Penaeus sp.	0	0	0	0	0	4	
	Decapoda (axiidea)	Callianassidae	Callianassa sp.	0	0	0	0	0	4	
	Euphausiacea	Euphausiidae	Euphausia sp. Juvenil	0	4	0	0	0	0	
Sagittoida	Aphragmophora	Sagittidae	Sagitta sp.	12	16	80	24	4	20	
Appendicularia	Copelata	Oikopleuridae	Oikopleura sp.	4	12	24	20	20	4	
Thaliacea	Doliolida	Doliolidae	Doliolum sp.	4	4	4	12	4	4	
Ophiuroidea	Amphilepidida	Amphiuridae	Larva ophiopluteus	4	0	0	4	0	8	
	Amphilepidida	Amphiuridae	Larva equinopluteus	0	0	0	0	4	0	
Hydrozoa	N.N.	N.N.	Medusa N.N.	0	0	0	4	4	0	
	Siphonophorae	Abylidae	Abylopsis sp.	0	8	0	4	0	0	
		Agalmatidae	Agalma sp.	0	0	0	0	4	0	

		Diphyidae	Diphyes sp.	0	0	0	4	8	8
			Muggiaea sp.	0	0	0	0	4	0
			Chelophyes sp.	0	0	0	4	0	0
			Lensia sp.	0	0	0	0	0	8
		N.N.	Cormidie de Siphonophore	0	0	0	0	4	0
		Geryoniidae	Liriope sp.	0	0	0	4	0	4
Gymnolaemata	Cheilostomatida	Membraniporidae	Membranipora-Larva ciftonauta	0	0	0	4	0	0
Globothalamea	Rotaliida	Globigerinidae	Globigerina sp.	0	0	10	0	0	0
Thecofilosea	Phaeosphaerida	Aulosphaeridae	Aulosphaeridae	0	10	10	10	0	0

Anexo 4. Tabla biológica, arrastre fitoplancton mes de septiembre.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Bacillaria paxillifera (O.F.Müller) T.Marsson, 1901	0	2 5 9 2	0	0	0	0	
			Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann & J.C.Lewin, 1964	7 7 7 6	0	25 92	0	0	5 1 8 4	
			Pseudo-nitzschia cf. lineola	0	7 7 7 6	0	0	0	0	
			Pseudo-nitzschia cf. pungens	0	5 1 8 4	51 84	0	0	0	
			Pseudo-nitzschia cf. subfraudulenta	0	0	25 92	0	0	0	
	Naviculales	Naviculaceae	Haslea trompii (Cleve) Simonsen, 1974	0	2 5 9 2	0	0	0	0	
			Haslea wawrikan (Hustedt) Simonsen, 1974	5 1 8 4	7 7 7 6	51 84	0	0	0	
		Pleurosigmataceae	Pleurosigma elongatum W.Smith, 1852	0	2 5 9 2	0	0	0	0	
	Coscino discophyceae	Asterolamprales	Asterolampraceae	Asteromphalus flabellatus (Brébisson) Greville, 1859	0	0	0	2 5 9 2	0	0
				Asteromphalus heptactis (Brébisson) Ralfs, 1861	0	2 5 9 2	0	0	0	0
Chaetocerales		Chaetocerotaceae	Chaetoceros aequatorialis Cleve, 1873	0	2 5 9 2	0	0	0	0	
			Chaetoceros coarctatus Lauder, 1864	0	2 5 9 2	25 92	5 1 8 4	0	0	
			Chaetoceros debilis Cleve, 1894 emend Xu, Y.Li & Lundholm in Xu et al., 2020	0	0	0	0	2 5 9 2	0	
			Chaetoceros compressus Lauder, 1864	5 1	0	25 92	2 5	2 5	0	

			8 4			9 2	9 2	
		Chaetoceros decipiens Cleve, 1873	2 5 9 2	0	0	0	0	0
		Chaetoceros lorenzianus Grunow, 1863	2 5 9 2	1 2 9 6 0	51 84	0	5 1 8 4	0
		Chaetoceros affinis Lauder, 1864	5 1 8 4	2 5 9 2	77 76	2 5 9 2	5 1 8 4	0
		Chaetoceros peruvianus Brightwell, 1856	0	2 5 9 2	0	0	0	0
		Chaetoceros lacinosus F.Schütt, 1895	2 5 9 2	5 1 8 4	0	0	0	0
		Chaetoceros brevis F.Schütt, 1895	2 5 9 2	5 1 8 4	51 84	2 5 9 2	5 1 8 4	0
		Chaetoceros curvisetus Cleve, 1889	0	0	25 92	0	2 5 9 2	0
		Chaetoceros tortissimus Gran, 1900	0	2 5 9 2	0	0	0	0
		Chaetoceros didymus Ehrenberg, 1845	0	2 5 9 2	0	0	0	0
		Chaetoceros eibenii Grunow, 1882	2 5 9 2	0	0	0	0	0
		Chaetoceros pseudocurvisetus Mangin, 1910	0	0	25 92	0	0	0
		Bacteriastrum delicatulum Cleve, 1897	0	0	0	0	2 5 9 2	2 5 9 2
		Bacteriastrum hyalinum Lauder, 1864	2 5 9 2	7 7 7 6	0	0	0	0
		Coscinodiscus radiatus Ehrenberg, 1840	2 5	0	0	0	0	0

			9 2						
Coscinodiscal es	Heliopelta ceae	Actinocyclus curvatus Janisch, 1874	7 7 7 6	0	25 92	2 5 9 2	2 5 9 2	0	
Corethrales	Corethraceae	Corethron hystrix Hensen, 1887	0	2 5 9 2	0	0	0	0	0
Hemiaulales	Hemiaulaceae	Eucampia cornuta (Cleve) Grunow, 1883	0	5 1 8 4	0	0	0	0	0
		Cerataulina pelagica (Cleve) Hendeby, 1937	5 1 8 4	2 5 9 2	25 92	0	0	0	
		Hemiaulus hauckii Grunow ex Van Heurck, 1882	5 1 8 4	2 5 9 2	0	0	0	0	
		Hemiaulus membranaceus Cleve	5 1 8 4	5 1 8 4	77 76	0	0	0	
		Hemiaulus sinensis Greville, 1865	0	2 5 9 2	51 84	0	0	0	
Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	Dactyliosolen phuketensis (B.G.Sundström) G.R.Hasle, 1996	5 1 8 4	0	51 84	0	2 5 9 2	0	
		Dactyliosolen fragilissimus (Bergon) Hasle, 1996	0	2 5 9 2	25 92	2 5 9 2	0	0	
		Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle, 1996	1 5 5 5 2	3 6 2 8 8	46 65 6	1 2 9 6 0	1 0 3 6 8	0	
		Guinardia flaccida (Castracane) H.Peragallo, 1892	7 7 7 6	7 7 7 6	18 14 4	2 5 9 2	7 7 7 6	2 5 9 2	
		Rhizosolenia styliformis T.Brightwell, 1858	3 3 6 9 6	4 6 6 5 6	36 28 8	2 8 5 1 2	1 2 9 6 0	2 5 9 2	
		Rhizosolenia imbricata Brightwell, 1858	2 5 9 2	7 7 7 6	77 76	2 5 9 2	5 1 8 4	5 1 8 4	

			Rhizosolenia acuminata (H.Peragallo) H.Peragallo, 1907	0	0	25 92	0	0	0
			Rhizosolenia hyalina Ostenfeld, 1901	1 5 5 5 2	5 1 8 4	28 51 2	2 5 9 2	7 7 7 6	2 5 9 2
			Rhizosolenia bergonii H.Peragallo, 1892	0	1 2 9 6 0	51 84	1 0 3 6 8	5 1 8 4	0
			Rhizosolenia castracanei Cleve, 1889	0	0	25 92	2 5 9 2	0	0
			Pseudoguinaridia recta von Stosch, 1986	1 2 9 6 0	1 2 9 6 0	77 76	0	1 5 5 2	7 7 7 6
			Pseudosolenia calcar-avis (Schultze) B.G.Sundström, 1986	2 5 9 2	2 2 9 2	0	0	0	0
			Proboscia alata (Brightwell) Sundström, 1986	6 4 8 0 0	7 7 7 6 0	49 24 8	1 5 5 2	4 6 6 5 6	3 1 1 0 4
			Sundstroemia pungens (Cl.-Euler) Medlin, Lundholm, Boonprakob, Moestrup in Medlin et al., 2021	0	2 5 9 2	0	0	0	0
			Sundstroemia setigera (Brightwell) Medlin in Medlin et al., 2021	2 5 9 2	2 2 9 2	0	0	0	0
	Thalassiosirales	Thalassiosiraceae	Thalassiosira lineata Jousé, 1968	0	0	25 92	0	0	0
Planktoniella muriformis (Loeblich III, W.W.Wight & W.M.Darley) Round, 1972			0	0	25 92	0	0	0	
Lauderiaceae		Lauderia annulata Cleve, 1873	1 8 1 4 4	2 0 7 3 6	77 76	1 0 3 6 8	1 8 1 4 4	0	
		Lauderia pumila Castracane, 1886	0	3 8 8 8 0	0	0	0	0	
		Leptocylin draceae	Leptocylindrus danicus Cleve, 1889	6 7	4 1	77 76	1 2	1 2	7 7

	Leptocylindrales			3 9 2	4 7 2		9 6 0	9 6 0	7 6 6
			Leptocylindrus mediterraneus (H.Peragallo) Hasle, 1975	0	2 0 7 3 6	12 96 0	0	2 5 9 2	0
Fragilariophyceae	Lithodermiales	Lithodermiaceae	Climacodium frauenfeldianum Grunow, 1868	0	2 5 9 2	77 76	5 1 8 4	2 5 9 2	0
	Thalassionematales	Thalassionemataceae	Lioloma pacificum (Cupp) Hasle, 1996	0	0	25 92	0	2 5 9 2	0
			Lioloma delicatulum (Cupp) Hasle, 1996	0	0	0	0	0	2 5 9 2
Cyanophyceae	Oscillatorioidales	Microcoleaceae	Trichodesmium erythraeum Ehrenberg ex Gomont, 1892	5 9 6 1 6	4 9 2 4 8	11 66 40	2 0 7 3 6	1 8 1 4 4	1 5 5 5 2
Dinophyceae	Gymnodiniales	Gymnodiniaceae	Akashiwo sanguinea (K.Hirasaka) Gert Hansen & Moestrup, 2000	0	0	0	0	0	2 5 9 2
	Gonyaulacales	Ceratiaceae	Tripes macroceros (Ehrenberg) Hallegraeff & Huisman, 2020	0	2 5 9 2	0	2 5 9 2	2 5 9 2	0
			Tripes massiliensis (Gourret) F.Gómez, 2013	2 5 9 2	0	25 92	0	0	0
			Tripes carriensis (Gourret) F.Gómez, 2013	0	2 5 9 2	0	0	0	0
			Tripes falcatus (Kofoid) F.Gómez, 2013	0	0	25 92	0	0	0
			Tripes furca (Ehrenberg) F.Gómez, 2013	2 5 9 2	2 5 9 2	51 84	0	0	0
			Tripes fusus (Ehrenberg) F.Gómez, 2013	0	0	0	0	0	2 5 9 2
			Tripes incisus (Karsten) F.Gómez, 2013	0	2 5 9 2	0	0	0	0

			Tripes muelleri Bory de Saint-Vincent, 1826	2 5 9 2	0	51 84	0	2 5 9 2	2 5 9 2
			Tripes trichoceros (Ehrenberg) Gómez, 2013	5 1 8 4	2 5 9 2	18 14 4	2 0 7 3 6	5 1 8 4	2 5 9 2
		Gonyaulacaceae	Gonyaulax polygramma F.Stein, 1883	0	0	0	0	0	2 5 9 2
		Pyrophacaceae	Pyrophacus steinii (Schiller) Wall & Dale, 1971	2 5 9 2	2 5 9 2	0	0	5 1 8 4	0
Peridinales	Proto-peridiniaceae		Diplopelta asymmetrica (Mangin) Balech	5 1 8 4	7 7 7 6	77 76	2 5 9 2	7 7 7 6	7 7 7 6
			Diplopsalis lenticula Bergh, 1882	1 2 9 6 0	7 7 7 6	15 55 2	2 5 9 2	0	7 7 7 6
			Proto-peridinium simulum (Paulsen, 1931) Balech, 1974	2 5 9 2	2 5 9 2	25 92	2 5 9 2	0	2 5 9 2
			Proto-peridinium brevipes (Paulsen, 1908) Balech, 1974	0	0	0	2 5 9 2	0	0
			Proto-peridinium brochii (Kofoid & Swezy, 1921) Balech, 1974	2 5 9 2	2 5 9 2	0	0	0	2 5 9 2
			Proto-peridinium conicum (Gran) Balech, 1974	5 1 8 4	0	25 92	0	0	0
			Proto-peridinium depressum (Bailey, 1854) Balech, 1974	0	0	0	0	2 5 9 2	0
			Proto-peridinium divergens (Ehrenberg) Balech, 1974	0	0	0	0	0	2 5 9 2
			Proto-peridinium latispinum (Mangin, 1926) Balech, 1974	1 2 9 6 0	5 1 8 4	77 76	7 7 6	2 5 9 2	5 1 8 4

			Protoperidinium oceanicum (VanHöffen, 1897) Balech, 1974	2 5 9 2	0	25 92	0	2 5 9 2	2 5 9 2
			Protoperidinium ovum (Schiller, 1911) Balech, 1974	7 7 7 6	0	25 92	0	0	0
			Protoperidinium venustum (Matzenauer, 1933) Balech, 1974	0	0	25 92	0	0	2 5 9 2
	Dinophysales	Amphisoleniaceae	Amphisolenia bidentata B.Schröder, 1900	0	0	0	2 5 9 2	0	0
		Dinophysaceae	Dinophysis caudata Saville-Kent, 1881	2 5 9 2	0	0	2 5 9 2	0	2 5 9 2
			Ornithocercus magnificus Stein, 1883	0	2 5 9 2	25 92	0	0	0
			Ornithocercus quadratus Schütt, 1900	0	0	0	0	2 5 9 2	0
Dictyocophyceae	Dictyococcales	Dictyochaetae	Dictyocha fibula Ehrenberg, 1839	0	2 5 9 2	0	0	0	0

Anexo 5. Tabla biológica, botella fitoplancton mes de septiembre.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia amabilis Suzuki, 2010	0	0	0	0	20 66 2	0
			Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann & J.C.Lewin, 1964	0	0	0	0	12 39 72	0
			Nitzschia longissima (Brébisson) Ralfs, 1861	0	0	0	0	0	10 33 1
			Nitzschia paleacea Grunow in Van Heurck, 1881	10 33 1	0	10 33 1	0	0	0
			Nitzschia parvula W.Smith, 1853	0	0	10 33 1	0	0	0
			Nitzschia sp.	0	10 33 10	0	0	0	0
			Naviculales	Naviculaceae	Haslea trompii (Cleve) Simonsen, 1974	0	0	0	0
Haslea wawrikan (Hustedt) Simonsen, 1974	0	0			0	0	0	10 33 1	
Pleurosigmataceae	Pleurosigma angulatum (Queckett) W.Smith, 1852	0		0	0	10 33 1	0	0	
	Pleurigma sp.	0		0	0	0	0	10 33 1	
Pinnulariaceae	Pinnularia gibba Ehrenberg, 1843	0		10 33 10	0	0	0	0	
	Pinnularia sp.	0		10 33 10	0	0	0	0	
Lyrellales	Lyrellaceae	Petroneis cf. granulata		0	10 33 10	0	0	0	0
Thalassiosiphales	Catenulaceae	Amphora sp.	0	10 33 10	0	0	0	0	
Achnanthes	Cocconeidaceae	Cocconeis placentula Ehrenberg, 1838	0	10 33 10	0	0	10 33 1	0	
Coscinodiscophyceae	Coscinodiscales	Coscinodiscaceae	Coscinodiscus asteromphalus Ehrenberg, 1844	0	0	0	0	10 33 1	0
			Coscinodiscus radiatus Ehrenberg, 1840	0	10 33 10	0	0	0	0
		Heliopeltaceae	Actinocyclus curvatulus Janisch, 1874	0	0	0	0	0	0

		Hemidiscaceae	Azpeitia sp.	0	0	10 33 1	0	0	0	
	Corethrales	Corethraceae	Corethron hystrix Hensen, 1887	0	0	0	0	0	0	
	Paraliales	Paraliaceae	Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve, 1873	0	10 33 10	10 33 1	0	0	0	
	Rhizosoleniales	Rhizosoleniaceae	Dactyliosolen phuketensis (B.G.Sundström) G.R.Hasle, 1996	0	0	0	0	0	10 33 1	
			Dactyliosolen fragilissimus (Bergon) Hasle, 1996	10 33 1	0	0	0	0	0	0
			Guinardia striata (Stolterfoth) Hasle, 1996	41 32 4	0	30 99 3	20 66 2	0	20 66 2	
			Guinardia flaccida (Castracane) H.Peragallo, 1892	0	0	0	0	0	10 33 1	
			Proboscia alata (Brightwell) Sundström, 1986	0	0	0	0	0	10 33 1	
			Sundstroemia pungens (Cl.-Euler) Medlin, Lundholm, Boonprakob, Moestrup in Medlin et al., 2021	0	0	0	10 33 1	0	0	
			Sundstroemia setigera (Brightwell) Medlin in Medlin et al., 2021	10 33 1	0	0	10 33 1	0	0	
	Lithodemiales	Lithodemiaceae	Climacosphenia monilifera Ehrenberg, 1843	0	0	0	10 33 1	0	0	
Cyanophyceae	Oscillatoriales	Microcoleaceae	Trichodesmium erythraeum Ehrenberg ex Gomont, 1892	0	0	10 33 1	0	0	0	
Dinophyceae	Gymnodiniales	Gymnodiniaceae	Gymnodinium sp.	0	0	20 66 2	0	10 33 1	0	
	Prorocentrales	Prorocentraceae	Prorocentrum micans Ehrenberg, 1834	0	0	0	10 33 1	0	0	
	Peridinales	Protoperidiniaceae	Protoperidinium simulum (Paulsen, 1931) Balech, 1974	0	0	10 33 1	0	0	0	
	Peridinales	Oxytoxaceae	Oxytoxum cf. gracile	10 33 1	0	0	0	0	0	
	Thoracosphaerales	Thoracosphaeraceae	Scrippsiella acuminata (Ehrenberg) Kretschmann, Elbrächter, Zinssmeister, S.Soehner, Kirsch, Kusber & Gottschling, 2015	10 33 1	0	10 33 1	0	0	0	

Anexo 6. Tabla biológica, arrastre zooplancton mes de septiembre.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	Nombre científico	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
Gastropoda	Pteropoda	Creseidae	Creseis acicula	0	10	10	0	0	0	
			Creseis sp.	4	4	10	40	8	12	
			Larva veliger de gasteropodo	60	120	1100	40	80	160	
	Littorinimorpha	Atlantidae	Atlanta sp.	0	0	4	4	8	0	
Bivalvia			Valiger de bivalvo	80	120	820	140	200	0	
Branchiopoda	Diplostraca	Sididae	Penilia avirrostris	700	340	1100	1840	3800	2860	
		Podonidae	Evadne tergestina	180	20	340	120	120	20	
Ostracoda	Halocyprida	Halocypridae	Euconchoecia chierchiaie	10	0	0	60	10	10	
			Conchoecia sp.	0	4	0	0	0	0	
	Sessilia	Balanidae	Nauplio de Balanus	0	0	100	20	0	0	
			Cypris de Balanus	0	4	10	10	10	10	
	Calanoida	Acartiidae	Acartia tonsa	60	100	40	40	0	10	
			Acartia lilljeborgi	0	0	20	0	0	0	
			Acartia sp.		0	0	0	0	0	
		Paracalanidae	Acrocalanus longicornis	0	10	0	20	20	160	
			Acrocalanus gracilis	0	0	0	0	0	20	
			Acrocalanus sp.	0	0	0	20	0	40	
			Bestiolina sp.	0	40	0	0	0	0	
			Paracalanus parvus	20	800	140	840	440	3080	
			Calocalanus plumulosus	0	0	0	20	0	40	
			Calocalanus pavo	0	0	20	0	0	0	
		Calanidae	Canthocalanus pauper	0	0	0	0	10	10	
			Calanus sp.	0	0	0	10	0	10	
			Nannocalanus minor	0	0	0	10	0	10	
			Undinula vulgaris	0	0	0	0	0	10	
			Undinula sp.	0	10	0	0	0	0	
			Candacia catula	0	0	0	0	0	10	
		Centrophagidae		Centropages furcatus	320	100	160	580	120	520

		Centropages sp.	0	0	0	10	0	40	
	Clausocalanidae	Clausocalanus furcatus	40	16 0	20	0	12 0	40	
		Clausocalanus mastigophorus	0	10	10	0	0	0	
		Clausocalanus sp.	0	20	20	80	40	10	
	Pontellidae	Calanopia minor	10	10	10	20	0	40	
		Calanopia sp.	0	0	0	0	20	40	
	Pontellidae	Labidocera acuta	0	48 0	80	16 0	0	20	
		Labidocera sp.	20	20	60	40	0	40	
		Pontellina sp.	0	0	0	20	0	0	
	Eucalanidae	Subeucalanus pileatus	20	20	0	20	60	24 0	
		Subeucalanus sp.	20	20	20	0	60	12 0	
		Eucalanus sp.	20	20	20	0	0	0	
		Euchaeta sp.	10	0	0	0	0	0	
	Temoridae	Temora discaudata	20	10	0	0	20	10	
		Temora sp.	10 0	10	10	30	40	12 0	
	Scolecitrichidae	Scolecithrix danae	0	0	10	0	0	0	
	Cyclopoida	Corycaeidae	Corycaeus crassiusculus	0	20	20	10	10	20
			Corycaeus speciosus	20	20	10	10	20	0
			Ditrichocorycaeus amazonicus	20 0	20	0	10	10	12 0
			Ditrichocorycaeus andrewsi	18 0	30 0	22 0	40 0	34 0	60 0
			Onychocorycaeus agilis	52 0	56 0	26 0	20 0	38 0	56 0
			Onychocorycaeus ovalis	20	60	20	20	60	12 0
			Farranulla gracilis	20	14 0	60	20	44 0	44 0
			Farranulla sp.	40	10	10	10	30	40
		Oncaeidae	Oncaea clevei	20	16 0	40	0	12 0	24 40
			Oncaea venusta	20	40	40	18 0	10 0	60
			Oithona plumifera	0	0	0	0	0	40
			Oithona rigida	0	10	0	0	10	0
			Oithona sp.	0	0	0	0	20	0
		Sapphirinidae	Sapphirina sp.	20	0	0	0	20	0
			Sapphirina nigromaculata	0	10	0	0	10	20
	Copilia mirabilis		0	0	10	10	0	0	
	Tachidiidae	Euterpina acutifrons	0	0	10	30	10	10	

	Harpacticoida	Ectinosomatidae	Microsetella rosea	0	0	0	10	0	0
	Copepoda	Sphonostomatoida	Caligus sp.	0	0	0	0	0	4
	Malacostraca	Stomatopoda	Alima sp.	0	4	0	0	4	0
Chaetognatha	Aphragmophora	Sagittidae	Sagitta sp.	8	11	64	68	10	40
			Sagitta enflata	4	0	0	0	0	0
Chordata	Appendicularia	Copelata	Oikopleura sp.	0	0	0	0	4	4
	Thaliacea	Doliolida	Doliolum sp.	4	4	16	4	4	8
Echinodermata	Ophiuroidea	Amphilepidida	Amphiura sp.	20	10	10	10	0	0
Cnidaria	Hydrozoa	N.N.	Medusa N.N.	0	4	4	0	0	0
		N.N.	Leptomedusa N.N.	0	0	4	0	0	0
		N.N.	Trachimedusa N.N.	0	4	0	0	0	0
		Siphonophorae	Agalma sp.	0	0	4	0	0	0
		Siphonophorae	Diphyes sp.	0	4	4	12	4	4
Bryozoa	Gymnolae mata	Cheilostomatida	Membranipora sp.	20	40	14	40	20	20
Foraminifera	Globothalamea	Rotaliida	Globigerina sp.	10	10	10	10	0	20
			Hastigerina sp.	0	0	0	0	0	4
Heliozoa	Centrohelea	Centrohelida	Acanthocystis sp.	0	0	0	30	0	0
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	Typhloscolex sp.	4	4	4	0	0	0

Anexo 7. Análisis de componentes principales (PCA) entre los parámetros físico - químicos y la diversidad de organismos fitoplanctónicos mediante el método de arrastre superficial durante los meses de junio y julio de 2024.

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
Temperatura superficial	0,426	0,046	-0,293	0,008	0,331	-0,212	0,118	-0,255
Temperatura de fondo (oC)	0,128	-0,430	-0,642	-0,058	-0,579	-0,020	0,202	0,052
Salinidad superficial	-0,404	-0,332	-0,052	0,086	0,253	0,699	0,297	-0,032
Salinidad fondo	-0,336	-0,493	0,057	0,044	0,367	-0,631	0,293	0,049
pH superficial	0,211	-0,258	0,693	-0,008	-0,457	-0,038	0,317	-0,073
pH fondo	0,244	-0,619	0,108	0,027	0,132	0,105	-0,714	-0,085
Dominancia fito arrastre	0,449	-0,055	0,029	0,151	0,220	0,183	0,343	-0,518
Equidad fito arrastre	0,235	-0,076	0,049	-0,870	0,223	0,119	0,145	0,294
Diversidad fito arrastre	0,407	-0,040	0,019	0,456	0,175	0,089	0,150	0,749

Variable	PC9
Temperatura superficial	-0,705
Temperatura de fondo (oC)	0,064
Salinidad superficial	-0,273
Salinidad fondo	0,135
pH superficial	-0,302
pH fondo	0,004
Dominancia fito arrastre	0,551
Equidad fito arrastre	0,094
Diversidad fito arrastre	0,050

Anexo 8. Análisis de componentes principales (PCA) entre los parámetros físico - químicos y la diversidad de organismos fitoplanctónicos mediante el método de arrastre superficial durante el mes de septiembre de 2024.

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
Temperatura superficial:	0,352	-0,128	-0,592	0,180	0,537	-0,247	0,356	-0,028
Temperatura de fondo (oC)	0,427	0,047	-0,283	-0,183	-0,265	0,465	-0,111	-0,635
Salinidad superficial	0,308	-0,305	0,419	0,758	-0,133	-0,027	0,066	-0,196
pH superficial	0,241	0,622	0,238	0,055	0,373	-0,321	-0,449	-0,226
pH fondo	0,340	0,440	0,304	-0,192	-0,188	-0,006	0,713	0,130
Dominancia fito arrastre	0,246	-0,483	0,477	-0,479	0,479	0,133	-0,016	-0,045
Equidad fito arrastre	-0,442	-0,097	0,095	-0,137	-0,030	-0,456	0,305	-0,682
Diversidad fito arrastre	0,411	-0,256	-0,088	-0,267	-0,468	-0,627	-0,228	0,150

Anexo 9. Análisis de componentes principales (PCA) entre los parámetros físico - químicos y la diversidad de organismos fitoplanctónicos mediante el método de Varn Dorn durante los meses de junio y julio de 2024

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
Temperatura superficial	0,407	-0,087	-0,277	0,370	-0,482	-0,064	0,367	0,312
Temperatura de fondo (oC)	0,152	-0,567	-0,355	-0,131	0,508	0,318	-0,175	0,276
Salinidad superficial	-0,415	-0,269	0,075	-0,296	-0,033	-0,682	0,019	0,172
Salinidad fondo	-0,356	-0,379	0,239	-0,234	-0,265	0,481	0,557	-0,069
pH superficial	0,179	-0,033	0,715	0,297	0,386	-0,071	0,204	0,414
pH fondo	0,197	-0,522	0,344	0,279	-0,228	-0,035	-0,391	-0,513
Dominancia fito bo	0,368	0,308	0,167	-0,411	0,209	0,100	0,210	-0,371
Equidad fito bo	-0,413	0,293	0,148	0,199	-0,150	0,422	-0,414	0,252
Diversidad fito bo	0,368	-0,024	0,235	-0,574	-0,414	0,062	-0,338	0,395

Variable	PC9
Temperatura superficial	0,380
Temperatura de fondo (oC)	0,216
Salinidad superficial	0,407
Salinidad fondo	-0,040
pH superficial	-0,027
pH fondo	0,153
Dominancia fito bo	0,581
Equidad fito bo	0,497
Diversidad fito bo	-0,181

Anexo 10. Análisis de componentes principales (PCA) entre los parámetros físico - químicos y la diversidad de organismos fitoplanctónicos mediante el método de Varn Dorn durante los meses de junio y julio de 2024

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
Temperatura superficial:	0,489	-0,221	0,145	-0,237	-0,183	0,206	0,148	0,733
Temperatura de fondo (oC)	0,503	0,095	0,056	-0,527	0,147	-0,103	0,411	-0,506
Salinidad superficial	0,222	0,227	0,590	0,198	0,409	0,491	-0,304	-0,106
pH superficial	0,295	0,463	-0,267	0,524	-0,382	0,279	0,350	-0,079
pH fondo	0,349	0,503	-0,136	0,047	0,210	-0,596	-0,373	0,256
Dominancia fito bo	0,268	-0,508	-0,221	0,500	0,547	-0,134	0,232	0,001
Equidad fito bo	-0,418	0,378	0,194	-0,035	0,387	-0,075	0,612	0,338
Diversidad fito bo	0,055	-0,150	0,672	0,313	-0,372	-0,499	0,164	-0,099

Anexo 11. Análisis de componentes principales (PCA) entre los parámetros físico - químicos y la diversidad de organismos zooplanctónicos mediante el método de arrastre superficial durante los meses de junio y julio de 2024

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
Temperatura superficial	-0,333	0,385	0,206	-0,514	-0,332	-0,365	0,283	0,309
Temperatura de fondo (oC)	0,023	0,381	0,686	0,570	0,119	0,001	-0,003	0,199
Salinidad superficial	0,403	-0,200	0,184	-0,168	-0,487	0,523	-0,089	0,465
Salinidad fondo	0,430	-0,024	0,098	-0,289	0,361	-0,467	-0,545	0,274
pH superficial	0,022	0,415	-0,662	0,346	-0,041	-0,020	-0,056	0,514
pH fondo	0,091	0,647	-0,026	-0,295	-0,046	0,337	-0,336	-0,399
Dominancia zoo	-0,433	-0,001	0,047	-0,237	0,578	0,502	-0,094	0,303
Equidad zoo	0,400	0,258	-0,029	0,015	0,015	0,071	0,156	-0,224
Diversidad zoo	-0,430	-0,089	0,034	0,189	-0,413	-0,063	-0,683	-0,091

Variable	PC9
Temperatura superficial	-0,124
Temperatura de fondo (oC)	0,064
Salinidad superficial	0,017
Salinidad fondo	-0,019
pH superficial	0,018
pH fondo	0,313
Dominancia zoo	-0,261
Equidad zoo	-0,832
Diversidad zoo	-0,349

Anexo 12. Análisis de componentes principales (PCA) entre los parámetros físico - químicos y la diversidad de organismos zooplanctónicos mediante el método de arrastre superficial durante el mes de septiembre de 2024

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
Temperatura superficial:	0,489	-0,221	0,145	-0,237	-0,183	0,206	0,148	0,733
Temperatura de fondo (oC)	0,503	0,095	0,056	-0,527	0,147	-0,103	0,411	-0,506
Salinidad superficial	0,222	0,227	0,590	0,198	0,409	0,491	-0,304	-0,106
pH superficial	0,295	0,463	-0,267	0,524	-0,382	0,279	0,350	-0,079
pH fondo	0,349	0,503	-0,136	0,047	0,210	-0,596	-0,373	0,256
Dominancia fito bo	0,268	-0,508	-0,221	0,500	0,547	-0,134	0,232	0,001
Equidad fito bo	-0,418	0,378	0,194	-0,035	0,387	-0,075	0,612	0,338
Diversidad fito bo	0,055	-0,150	0,672	0,313	-0,372	-0,499	0,164	-0,099