



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**EXTENSIÓN PEDERNALES**

**FACULTAD DE BIOLOGÍA**  
**Carrera de Biología**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Biodiversidad y abundancia relativa del zooplancton en la zona de  
concesión de ostras del Pacífico *Magallana gigas* en Cañaveral, Cojimíes en 2025

**AUTOR (A)**

JEANINA LISBETH LÓPEZ LOOR

**TUTOR (A)**

DANIEL REYES CORRAL

**PEDERNALES –MANABÍ –ECUADOR**

**2026**

## DEDICATORIA

El proyecto está dedicado, en primer lugar, a mis hijas, Jazzlyn Zamira Cruzatty López y Jezzlyn Zamara Cruzatty López, quienes son eje de mi vida y luz constante que guía mis pasos. Mi fuerza en los días difíciles y mi alegría en cada logro alcanzado. Todo lo que soy y todo lo que sueño construir tiene sus nombres escritos en cada meta realizada.

A mi bebé, mi ángel celestial, Jazzpher Cruzatty López que partió a las ocho semanas de gestación, pero que dejó una huella eterna en mi vida. Aunque su tiempo fue breve, su existencia me enseñó el valor profundo del amor, la empatía de dolor, resiliencia y la esperanza. Esta meta también lleva su memoria.

Mi amada madre, por creer en mí, en lo que puedo lograr, mi papá mi héroe sin capa, por sembrar en mí la disciplina, la honestidad y el deseo de superación. A mi esposo Biólogo, Jose Cruzatty Moreira, por su amor, apoyo incondicional, paciencia y compañía mi compañero de clases, de tareas, juntos logramos esta meta, la etapa de este proceso fue constante en ocasiones difícil, por su dedicación. A mis hermanos y a mi hermanita, por su cariño, palabras de ánimo y presencia constante.

Este logro no es solo mío; es de todos ustedes, con infinito amor.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a Dios, por darme la fortaleza para culminar esta etapa tan importante de mi vida académica y personal.

Mi más sincero agradecimiento al Dr. Juan Carlos Murillo Posada, que me acompañó en este proceso, por su generosidad al facilitarme equipos, por compartir sus conocimientos estadísticos y por su disposición constante para orientarme cuando las dudas parecían más grandes que las respuestas. Su apoyo fue clave para el desarrollo y culminación de esta investigación, también al Magíster, Édison Falcones Molina. docente de la institución por facilitarnos en la última etapa del proyecto, los equipos de campo, a mi tutor el Dr. Daniel Reyes Corral, cuyas orientaciones científicas y enseñanzas académicas, contribuyeron significativamente, a fortalecer mis conocimientos y construir una mejor versión profesional durante este proceso de investigación.

A cada uno de mis docentes en la institución, quienes aportaron conocimientos fundamentales para mi formación profesional, cuando recurrí a ellos por inconvenientes académicos siempre estuvieron presentes para ayudar, y a cada persona del sitio Cañaverál, Cojimíes, Ecuador, que de una u otra forma contribuyó al desarrollo de este trabajo.

A mi familia, por sostenerme cuando el cansancio físico y emocional, aparecía y recordarme siempre que rendirse no era una opción.

¡Gracias por creer en mí!

## CERTIFICACION DE APROBACION DEL TRABAJO DE TITULACION

El tribunal evaluador

Certifica:

Que el trabajo de fin de carrera modalidad Proyecto de Investigación Titulado:

**“BIODIVERSIDAD Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL ZOOPLANCTON EN LA ZONA DE CONCESIÓN DE OSTRAS DEL PACÍFICO (*MAGALLANA GIGAS*) EN CAÑAVERAL, COJIMÍES EN 2025”.**

Realizado y concluido por el Sra. Jeanina Lisbeth López Loor ha sido revisado y evaluado por los miembros del tribunal.

El trabajo de fin de carrera antes mencionado cumple con los requisitos académicos, científicos y formales suficientes para ser aprobado.

Pedernales, 26 de febrero de 2026

Para dar testimonio y autenticidad firman:



**Ing. Derli Álava Rosado PhD.**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



**Ing. Raúl Macias Chila Mg.**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



**Ing. Luis Madrid Jiménez PhD.**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## CERTIFICACION DEL TUTOR

### CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Carrera de Biología de la Extensión Pedernales de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

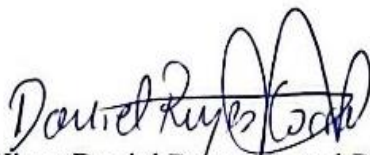
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **López Loor Jeanina Lisbeth**, legalmente matriculado/a en la carrera de Biología, período académico 2025-2026, cumpliendo el total de **400** horas, cuyo tema del proyecto es **“Biodiversidad y abundancia relativa del zooplancton en la zona de concesión de ostras del Pacífico Magallana gigas en Cañaverál, Cojimies en 2025”**.

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

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

Pedernales, 23 de febrero de 2026.

Lo certifico,



Winer Daniel Reyes Corral Ph.D.

**Docente Tutor(a)**

**Área: Biología**

## AUTORIA DE RESPONSABILIDAD

Por medio del presente, yo López Loor Jeanina Lisbeth en calidad de estudiante, certifico que he sido el autor principal y responsable del proyecto de investigación titulado “Biodiversidad y abundancia relativa del zooplancton en la zona de concesión de ostras del Pacífico Magallana gigas en Cañaveral, Cojimés en 2025”. Este proyecto de investigación fue desarrollado bajo mi autoría, y he sido el responsable de la concepción, diseño, ejecución y análisis de los resultados obtenidos. Asimismo, confirmo que he llevado a cabo este proyecto de acuerdo con los principios éticos y las normas académicas establecidas.

Atentamente:



---

López Loor Jeanina Lisbeth

## TABLA GENERAL

### Contenido

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
CERTIFICACION DE APROBACION DEL TRABAJO DE TITULACION .....	iv
CERTIFICACION DEL TUTOR .....	v
AUTORIA DE RESPONSABILIDAD .....	vi
CAPITULO 1: COTEXTUALIZACION DE LA INVESTIGACION.....	1
1.1    INTRODUCCIÓN .....	1
1.2    PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA .....	3
1.3    HIPÓTESIS.....	4
1.3.1. OPERACIÓN DE VARIABLES .....	4
1.3.2. HIPÓTESIS DEL ESTUDIO.....	5
<i>Hipótesis ecológica de investigación (H<sub>1</sub>):</i> .....	5
<i>Hipótesis estadísticas específicas</i> .....	5
A) Variación mensual.....	5
B) Variación entre estaciones.....	5
C) Relación con variables ambientales (RDA / permutaciones).....	5
1.4. OBJETIVOS.....	6
1.4.1    Objetivo general.....	6
1.4.2    Objetivos específicos.....	6
1.5    JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	6
1.6    MARCO TEÓRICO.....	7
1.6.1 Antecedentes.....	7
1.6.2. Diversidad de Zooplancton .....	9
1.6.3    Huevos y larvas como parte del zooplancton .....	9
1.6.4    Meroplancton .....	10
1.6.5    Holoplancton .....	10
1.6.6. Grupos taxonómicos a investigar.....	10
1.6.7.    Parámetros ambientales.....	11
CAPÍTULO 2: DESARROLLO METODOLÓGICO.....	12
2.1    Área de estudio.....	12

2.2. Recolección de muestras .....	14
2.3. Análisis de datos .....	15
2.3.1 Organización de los datos .....	15
2.3.2 Índices de biodiversidad.....	15
2.3.3 Análisis de Redundancia.....	16
CAPÍTULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	18
3.1 La comunidad zooplanctónica de la zona de Cañaveral .....	18
3.2 Efectos de la temporalidad en los índices de biodiversidad .....	22
3.3 Efectos de los factores ambientales de los índices de biodiversidad .....	24
3.2. DISCUSIÓN .....	27
3.2.1. Análisis general de la biodiversidad y abundancia del zooplancton .....	27
3.2.2. Influencia de la temperatura sobre la diversidad y abundancia del zooplancton .....	28
3.2.3. La salinidad como moduladora del zooplancton .....	28
3.2.4. El pH y estabilidad química del sistema .....	29
3.2.4. Estacionalidad y variación mensual del zooplancton .....	30
3.2.5. Implicaciones del zooplancton en el cultivo de ostras marinas.....	30
3.3. CONCLUSIONES .....	31
3.2. RECOMENDACIONES.....	32
3.3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34
3.4. ANEXOS .....	40

### Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de las variables para la formulación de tesis.....	4
<b>Tabla 2.</b> Los valores de abundancia relativa (cell/ml) reportados para los grupos taxonómicos	19
<b>Tabla 3.</b> Descripción de los principales taxones de zooplancton identificados en este estudio .	20
<b>Tabla 4.</b> Índices de biodiversidad de zooplancton para la zona de Cañaveral-Cojimíes en el año 2025.....	22

### Índice de figuras

<b>Figure 1.</b> Área de estudio. Zona costera de Cañaveral, donde se muestran los puntos de muestreo y el área de la zona de maricultura de las ostras <i>Magallana gigas</i> (Thunberg, 1793).	20
--	----

**Figure 2.** Índices de biodiversidad más importantes comparados por estación climática (lluviosa y seca). 25

**Figure 3** Índices de biodiversidad más importantes comparados por mes de muestreo (marzo, abril, mayo, julio, agosto, septiembre). 25

**Figure 4** Análisis Multivariado de Redundancia (RDA) para conocer la relación de los índices de biodiversidad (Shannon, Simpson y Margalef; flechas punteadas verdes) con los factores ambientales (pH, Temperatura Superficial del Mar y la Salinidad; flechas negras). 27

### Índice de Anexos

<b>Anexos 1.</b> Valores mensuales y por muestras tomadas, de los índices de biodiversidad calculados para el zooplancton capturado en Cañaveral. ....	40
<b>Anexos 2.</b> Pruebas estadísticas para detectar el efecto estacional y de los meses de muestreo en los tres índices de biodiversidad: Shannon, Simpson 1D y Margalef. ....	40
<b>Anexos 3.</b> Tabla de Prueba Kruskal Wallis para comparar el efecto de los meses para cada índice de biodiversidad.....	41
<b>Anexos 4.</b> Prueba de Post Hoc de Dunn entre pares de meses para cada índice de biodiversidad. También se realizó un análisis de probabilidad ajustada de Holm debido al bajo tamaño de muestras ( $n_i$ ) por mes. Las muestras son la cantidad de muestreos que se realizaron cada mes. ....	41
<b>Anexos 5.</b> Prueba estadística de permutación bajo el modelo RDA ( <b>PERMANOVA</b> ). Número de permutaciones: 999.....	42
<b>Anexos 6.</b> De extrapolaciones de las comunidades del zooplancton en los meses de marzo, abril, mayo, julio, agosto y septiembre, en el eje “X” se observa la extrapolación del tamaño de la muestra estimada el eje “Y” el índice de biodiversidad: Shannon 0, Simpson 1 y Riqueza de especies 2. ....	42
<b>Anexos 7.</b> grupos menores del estudio .....	44
<b>Anexos 8.</b> Diversidad de zooplancton del estudio .....	46
<b>Anexos 9.</b> Malla de arrastre para muestra de plancton .....	47
<b>Anexos 10.</b> Recolección del plancton.....	48
<b>Anexos 11.</b> Toma de parámetros físicos y químicos em situ del estudio realizado. ....	49

<b>Anexos 12.</b> Datos de identificación del zooplancton .....	50
<b>Anexos 13.</b> Identificación del zooplancton en laboratorio.....	51
<b>Anexos 14.</b> Muestra en la cámara de Rafter.....	52

## RESUMEN

El plancton, está conformado, por fitoplancton y zooplancton, constituye un componente esencial de la estructura trófica de los ecosistemas marinos y de la sostenibilidad de los sistemas de maricultura.

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la biodiversidad y abundancia relativa del zooplancton en la zona de concesión para el cultivo de la ostra del Pacífico, *Magallana gigas*, en Cañaverall, Cojimíes (Ecuador), y evaluar su relación con variables ambientales y temporales; para ello, se realizaron muestreos mensuales entre marzo y septiembre de 2025 (excepto junio), durante época lluviosa y seca, utilizando red de plancton y registrando in situ temperatura superficial del mar, salinidad y pH, mientras que la diversidad se analizó mediante los índices de Shannon, Simpson y Margalef, complementados con un Análisis de Redundancia (RDA) para determinar la influencia de los parámetros físico-químicos sobre la comunidad zooplanctónica.

Los resultados mostraron dominancia taxonómica del orden Calanoida (43,31%), seguido Decapoda (27,22%), Harpacticoida (15,10%), Ostreida (8,32%), Philodinida (3,62%), Choreotrichida (2,08%) y Cladocera (0,36%). En términos de diversidad, la época lluviosa presentó promedios de Shannon = 0,94; Simpson = 0,50 y Margalef = 0,61, mientras que en la época seca los valores fueron mayores (Shannon = 1,45; Simpson = 0,72; Margalef = 1,12). Respecto a los parámetros físico-químicos, en la época lluviosa se registraron promedios de pH = 6,25; salinidad = 31,43 PSU y temperatura = 27,42 °C; mientras que en la época seca el

pH promedio fue 7,90; la salinidad 32,60 PSU y la temperatura 24,63 °C. La mayor diversidad se observó en el mes de agosto (época seca) y la menor en marzo (época lluviosa). La temperatura superficial del mar y la salinidad explicaron la mayor proporción de la variabilidad biológica, mientras que el pH no mostró influencia significativa.

Se concluye el proyecto que la estructura del zooplancton en Cañaverál – Pedernales – Ecuador, presenta mayor variación temporal mensual que estacional, estableciendo una línea base biológica para la gestión ambiental del cultivo de *Magallana gigas* en la zona de estudio.

**Palabras claves:** Biodiversidad, abundancia, maricultura, plancton, zooplancton.

## SUMMARY

Plankton, it's composed of phytoplankton and zooplankton, constitutes an essential component of the marine ecosystem's trophic structure and the sustainability of mariculture systems.

The present study aimed to determine the biodiversity and relative abundance of zooplankton in the concession area for the cultivation of the Pacific oyster, *Magallana gigas*, in Cañaverál, Cojimíes (Ecuador), and to evaluate its relationship with environmental and temporal variables; for this, monthly samplings were conducted between March and September 2025 (except June), during the rainy and dry seasons, using a plankton net and recording in situ sea surface temperature, salinity, and pH, while diversity was analyzed using the Shannon, Simpson, and Margalef indices, complemented by a Redundancy Analysis (RDA) to determine the influence of physicochemical parameters on the zooplankton community.

The results showed taxonomic dominance of the order Calanoida (43.31%), followed by Decapoda (27.22%), Harpacticoida (15.10%), Ostreida (8.32%), Philodinida (3.62%), Choreotrichida (2.08%), and Cladocera (0.36%). In terms of diversity, the rainy season showed averages of Shannon = 0.94; Simpson = 0.50; and Margalef = 0.61, while in the dry season the values were higher (Shannon = 1.45; Simpson = 0.72; Margalef = 1.12). Regarding the physicochemical parameters, during the rainy season, averages of pH = 6.25; salinity = 31.43 PSU; and temperature = 27.42 °C were recorded, while during the dry season, the average pH was 7.90; salinity 32.60 PSU; and temperature 24.63 °C. The highest diversity was observed in August (dry season) and the lowest in March (rainy season). The sea surface temperature and salinity explained the largest proportion of biological variability, while pH did not show significant influence.

The project concludes that the zooplankton structure in Cañaveral – Pedernales – Ecuador shows greater monthly temporal variation than seasonal, establishing a biological baseline for the environmental management of *Magallana gigas* cultivation in the study area.

Keywords: Biodiversity, abundance, mariculture, plankton, zooplankton

## CAPITULO 1: COTEXTUALIZACION DE LA INVESTIGACION

### 1.1 INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas marinos cada vez son más relevantes, la biodiversidad y función ecológica nos presentan paisajes magníficos que desafían a nuestra capacidad de comprensión, entre los componentes fundamentales se encuentran en el plancton. El plancton está constituido por una inmensa variedad de organismos, su origen proviene del griego (πλαγκτός, plagktós) y su significado "errante, vagabundo" ya que, viven suspendidos en la columna de agua sin capacidad natatoria suficiente para contrarrestar las corrientes marinas (McManus et al, 2012). Esta condición los convierte en un elemento esencial y vulnerables para los ecosistemas acuáticos desempeñando un papel fundamental en la vida del planeta Tierra, esencial en el ciclo del carbono global, el fitoplancton, son plancton formados por organismos autótrofos, principalmente por algas microscópicas utilizan la energía solar para convertir el dióxido de carbono disuelto en los océanos en materia orgánica en un proceso conocido como fotosíntesis, este es un proceso que no solo produce alimento para otros organismos, sino que también libera oxígeno disuelto para el ambiente (Instituto del Agua, 2024).

El zooplancton constituye uno de los componentes más relevantes de los ecosistemas marinos al actuar como enlace entre la producción primaria y los niveles tróficos superiores (Hays et al., 2005) Formado por organismos heterótrofos y diversos, que se encuentran todos los representantes de las divisiones de invertebrados, mismo que han desarrollado mecanismos de flotación para evitar su hundimiento, no pueden producir su propio alimento dependen de otro plancton o materia orgánica disuelta para nutrirse. El zooplancton también es muy relevante porque es fundamental en la cadena alimentaria acuática ya que sirve de

sustento para multitud de organismos marinos (Instituto del Agua, 2024). A escala global, su dinámica está fuertemente influenciada por el cambio climático, la variabilidad oceánica y la presión antrópica (Richardson, 2008).

Dentro de los organismos que dependen del fito y el zooplancton, las ostras son organismos que salvan nuestros mares, las ostras son animales de filtración activa que ayudan a purificar y mejorar la calidad de agua de los mares y océanos a través de sus branquias. Las ostras pueden filtrar entre 120 y 160 litros de agua cada día, eliminando contaminantes nocivos de nutrientes como el nitrógeno, el fosforo y el dióxido de carbono, son cruciales para preservar los ecosistemas de esta manera el cultivo de moluscos bivalvos como las ostras ofrece servicios ecosistémicos (RTVE.es, 2019).

En América Latina, estudios recientes han demostrado que las variaciones en temperatura y salinidad modifican significativamente la estructura comunitaria zooplanctónica (Mackas et al., 2012).

Las ostras también son organismos importantes para el consumo humano. La ostricultura constituye una rama importante de la economía en países como Japón, China y Corea, los más antiguos cultivadores de ostras son los japoneses y los romanos, en aquel tiempo se desconocía su biología y el cultivo como forma opuesta a la simple recolección de ejemplares entre las especies de ostra más cultivadas, la ostra risada (*Magallanas gigas*) también conocida como ostra japonesa u ostión es una especie que posee como característica notable ser una especie euri térmica y eurihalina, lo que le permite vivir en una gran variedad de ambiente y sobrevivir a cambios ambientales (Chávez et al, 2014). En Ecuador, investigaciones en el Golfo de Guayaquil evidencian que la estacional y los eventos oceánicos influyen en la abundancia y composición del meroplancton (Arcos, et al., 1986). Sin embargo, la zona norte de Manabí, específicamente en Cañaveral - Cojimíes, no existen

estudios recientes que caractericen la biodiversidad zooplanctónica en áreas de concesión para cultivo de *Magallana Gigas*, actividad que depende directamente de la disponibilidad planctónica como recurso trófico.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA**

El zooplancton representa una estructura animal sumamente diversa dentro de los ecosistemas acuáticos, abarcando desde protozoarios hasta anélidos, artrópodos y vertebrados en fases larvales (Conde et al, 2004). La variabilidad climática y el calentamiento del agua de los océanos están alterando la distribución del zooplancton a escala global, modificando redes tróficas y productividad marina (Richardson, 2008).

La investigación de los factores que regulan la riqueza zoo planctónica resulta clave para comprender el equilibrio ecológico y los procesos de conservación de estos ambientes (Villalba et al., 2017). En Ecuador, los estudios se concentran principalmente en el Golfo de Guayaquil, dejando vacíos de información en otras zonas costeras estratégicas, por ejemplo; el de (Peribonio et al., 1981) que revelan hallazgos significativos sobre la dinámica del mezooplancton en el Golfo de Guayaquil, identificando zonas de alta productividad, con variaciones estacionales marcadas. Los cladóceros estuvieron ausentes al inicio de la estación seca, pero proliferaron en áreas con estratificación hidrológica específica. Asimismo, se observó una menor presencia de estos organismos en zonas externas del golfo, influenciadas por aguas superficiales provenientes del norte.

Estos antecedentes destacan la complejidad de los factores que inciden en la distribución del zooplancton, ya que su comportamiento y composición están fuertemente influenciados por variables abióticas como la salinidad, el pH, la temperatura y la transparencia del agua (Palma et al, 2004), dicha variabilidad genera incertidumbre en cuanto a su impacto sobre las poblaciones

zoo planctónicas, lo cual repercute directamente en la estructura trófica marina y, potencialmente, en la disponibilidad pesquera regional (Mecalco et al., 2018). En el caso de la ostricultura, la distribución y diversidad del plancton garantizará un correcto crecimiento del molusco, siendo importante identificar zonas de alta productividad planctónica para el cultivo de estos animales.

En Cañaveral – Cojimíes existe una actividad de maricultura de *Magallana gigas*, pero no se dispone de información científica actualizada sobre la estructura zooplanctónica que sustenta su crecimiento.

### 1.3 HIPÓTESIS

¿Existe variabilidad significativa en la biodiversidad del zooplancton entre meses y estaciones climáticas en la zona de concesión de ostras y en qué medida los factores ambientales explican dicha variabilidad?

#### 1.3.1. OPERACIÓN DE VARIABLES

Variable dependiente: índices de biodiversidad de especies de zooplancton.

Variable independiente: temperatura superficial del mar, salinidad, pH, meses, estación climática.

**Tabla 1.** Operacionalización de las variables para la formulación de tesis

TIPO	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES
<b>Dependiente</b>	Índices de biodiversidad del zooplancton y abundancia.	Variable biológica	índice de biodiversidad de Shannon
			índice de dominancia de Simpson
			Riqueza específica de Margalef
<b>Independiente</b>	Temperatura del mar, salinidad, pH, estación climática y meses	Variables oceanográficas temporales	Temperatura superficial del mar (°C)
			Salinidad (ppt)
			pH
			Estación climática (lluviosa, )
			Meses

### 1.3.2. HIPÓTESIS DEL ESTUDIO

#### *Hipótesis ecológica de investigación (H<sub>1</sub>):*

La estructura de la biodiversidad del zooplancton varía significativamente entre meses y estaciones climáticas en función de cambios en los parámetros ambientales.

#### *Hipótesis estadísticas específicas*

##### A) Variación mensual

- H<sub>0</sub>: No existen diferencias en los índices de Shannon, Simpson 1-D y Margalef entre los meses de muestreo.
- H<sub>1</sub>: Al menos un mes presenta valores significativamente diferentes en los índices de biodiversidad.

##### B) Variación entre estaciones

- H<sub>0</sub>: No existen diferencias en los índices de biodiversidad entre estación lluviosa y seca.
- H<sub>1</sub>: Existen diferencias significativas en los índices entre estaciones climáticas.

##### C) Relación con variables ambientales (RDA / permutaciones)

- H<sub>0</sub>: Las variables ambientales (pH, temperatura, salinidad) no explican la variabilidad en los índices de biodiversidad.
- H<sub>1</sub>: Las variables ambientales explican significativamente la variabilidad en los índices de biodiversidad.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general**

Determinar la abundancia relativa y biodiversidad del zooplancton en la zona marina de Cañaveral, analizando su relación con parámetros ambientales y evaluando su variabilidad temporal en el área de cultivo de ostras del pacífico.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Identificar y clasificar los grupos taxonómicos de las especies de zooplancton en el menor nivel de taxón posible.
- Evaluar la variabilidad estacional y mensual de los índices de biodiversidad del zooplancton en el área de influencia del cultivo de ostras *Magallana gigas*.
- Analizar el efecto de los parámetros ambientales como el pH, la salinidad y la temperatura superficial del mar en los índices de biodiversidad del zooplancton.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El conocimiento generado en este estudio contribuirá al fortalecimiento de las estrategias de crecimiento de especímenes de ostra japonesas, cultivadas en la zona de concesión de Cañaveral al norte de Pedernales. El conocimiento de la biodiversidad costera, en un recurso tan frágil como el plancton ayudará a entender el valor de cada copépodo y cada larva cuentan su propia historia de adaptación, resiliencia y conexión con la gran sinfonía marina (Rusch et al., 2015)

El zooplancton constituye uno de los componentes más dinámicos y esenciales del ecosistema marino. Su diversidad específica y su abundancia relativa son indicadores sensibles y precisos del estado ecológico de las aguas donde habitan. Estos organismos, aunque pequeños, responden rápida y significativamente a los cambios físicos, químicos y biológicos del entorno, lo que los convierte en termómetros biológicos del mar (Criales et al., 2023).

En el área de influencia del cultivo de ostras en Cañaveral, Cojimíes, no dispone actualmente de estudios específicos que documenten con rigor científico cómo varía la composición del zooplancton a lo largo del tiempo y el espacio. Es precisamente esta carencia de información lo que motiva esta investigación, que busca caracterizar y comparar la biodiversidad específica y la abundancia relativa del zooplancton en un contexto particular y localizado.

El estudio de estos parámetros físicos y químicos, no solo permitirá conocer qué especies predominan y cómo se distribuyen, sino también detectar posibles cambios en la estructura de la comunidad zooplanctónica, los cuales podrían estar relacionados con factores ambientales naturales o actividades humanas presentes en la zona. Además, este conocimiento es fundamental para establecer una línea base ecológica que permita futuras comparaciones y un monitoreo adecuado del ecosistema costero (Mecalco et al., 2018)

Este trabajo no pretende evaluar los efectos de la maricultura como tal, sino describir con precisión científica el estado y la dinámica del zooplancton en un área influenciada por ella. Así, la investigación se sostiene sobre la necesidad de valorar, visibilizar y comprender la riqueza microscópica que sostiene la vida marina desde sus cimientos. Este proyecto se justifica por la ausencia de datos científicos locales, la importancia ecológica del zooplancton y la urgencia de generar información que contribuya a una visión más amplia del funcionamiento natural de los ecosistemas costeros tropicales.

## **1.6 MARCO TEÓRICO**

### **1.6.1 Antecedentes**

Biodiversidad de copépodos en el océano Pacífico Sur; La distribución espacial de los copépodos EPI pelágicos en este estudio se influyó por variables ambientales como temperatura, salinidad y concentración de clorofila, lo que destaca la importancia de evaluar

patrones de diversidad como indicadores de cambio ambiental en ecosistemas marinos (Pérez-Aragón et al., 2024).

La región costera del Ecuador, con una extensión longitudinal de aproximadamente 530 km y un ancho que varía entre 20 y 200 km, constituye una franja geográfica vital en la que se concentran diversos núcleos urbanos y actividades económicas estratégicas entre estas destacan la pesca industrial y artesanal, la agricultura, la acuicultura, el turismo, el transporte marítimo, así como la extracción de recursos energéticos. Ciudades como Esmeraldas, Manta, Guayaquil y Puerto Bolívar conforman puntos clave dentro de esta dinámica litoral, que a su vez se ve fuertemente influenciada por fenómenos climáticos cíclicos como El Niño y La Niña (Kristen et al, 2020).

Según Naranjo et al, (2013), Las zonas marinas del Ecuador han sido estudiadas en algunos sitios, y en especial en el Golfo de Guayaquil, está relacionado principalmente por los modelos de circulación y por las propiedades físicas, químicas y biológicas relacionadas a las fases oceanográficas de diferentes escalas.

Biomasa, diversidad y abundancia del zooplancton en San Mateo; En la costa ecuatoriana de San Mateo, provincia de Manabí, se documentó la abundancia composición y diversidad del zooplancton y su relación con parámetros ambientales como SST, pH, y Carbonatos, lo que contribuye al entendimiento local de la dinámica planctónica. (Errazuriz et al., 2024)

Composición y abundancia del zooplancton en el estuario interno del Golfo de Guayaquil; En estudios recientes dentro del estuario interno del Golfo de Guayaquil, se identificó la composición y abundancia del zooplancton, dominada por copépodos y cladóceros, junto con mediciones y variables físico – químicas, como salinidad y temperatura, lo que aporta evidencia local para relacionar los parámetros ambientales con estructura comunitaria (Llvisaca, 2025).

### **1.6.2. Diversidad de Zooplancton**

El zooplancton, por su sensibilidad a los cambios ambientales y su papel en la red trófica, puede ser utilizado como un bioindicador de la calidad del ecosistema y del impacto de las actividades humanas sobre el medio marino (Cardozo, 2024). Su diversidad y abundancia relativa constituyen indicadores clave de la salud ecológica de los ecosistemas acuáticos, especialmente en contextos intervenidos como los sistemas de maricultura, el cultivo de ostras es una alternativa importante para el sector pesquero artesanal, al integrar elementos naturales y manejos humanos, transforma los paisajes marinos y, potencialmente, sus comunidades biológicas, particularmente de *Magallana gigas*, ha emergido como una actividad económica sostenible y estratégica en las zonas costeras del Ecuador (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2013)

### **1.6.3 Huevos y larvas como parte del zooplancton**

En múltiples especies de ictioplancton, el tiempo y la ubicación del desove están estrechamente relacionados con las floraciones en las poblaciones de organismos del fitoplancton (Baylón et al., 2019). Esto tiene sentido para los peces su la principal fuente de alimento para las larvas es el zooplancton, además el tamaño del reclutamiento definido como la biomasa de las larvas que se metamorfosean en juveniles, es una variable de vital importancia para la constitución a largo plazo de los peces y las ostras (Prieto, et al, 2008)

La comunidad de zooplancton comprende una gran diversidad de organismos planctónicos, por ejemplo, larvas, juveniles y adultos, de la mayoría todos los taxones animales (Marino et al., 2011). Esta comunidad es compleja, las interacciones son aún difíciles de estudiar, y pueden ser lineales y no lineales, cíclicas o aleatorias en estos organismos (Okolodkov, 2010).

#### **1.6.4 Meroplancton**

Todos los organismos marinos en algún punto de su ciclo de vida son parte de la comunidad planctónica. Esta etapa única de los organismos, difiere de los organismos adultos planctónicos, en términos morfológicos, de estilo de vida y de alimentación (Romero et al, 2018). Estos organismos conviven en la columna de agua, antes de que se instalen en el fondo del mar o se conviertan en parte del necton (Fabregat, 2022). La mayoría de estos organismos son larvas de invertebrados, pero también se incluyen peces recién eclosionados y mayormente larvas de especies bentónicas (Vives Galmes, 1967). Este sistema es complejo, pero es clave para el establecimiento y la persistencia de poblaciones, conservación de la biodiversidad, distribución de especies exóticas y distribución de especies (Gutiérrez, et al, 2007). La migración vertical de estas larvas puede asegurar su retención en hábitats adecuados, incluso cuando se espera que la hidrodinámica local induzca el transporte marítimo, como en estuarios.

#### **1.6.5 Holoplancton**

El holoplancton pasa toda su vida como parte del plancton, este grupo incluye especies como el krill, los copépodos, caracoles, babosas, medusas, etc. (Mero et al, 2025). La mayoría de las especies son marinas, con excepción de las esponjas, briozoos, y foronídeos. Todos estos grupos son extremadamente abundantes, sin embargo, los copépodos ocupan el primer lugar en la mayor parte del océano porque comprenden casi el 25% de la biomasa de zooplancton, constituyendo la base alimenticia de muchas especies marinas y de cultivo.

#### **1.6.6. Grupos taxonómicos a investigar**

En el siguiente estudio se encontraron principalmente copépodos, rotíferos y meroplancton (Filum moluscos). Según Medellín Mora et al, (2016). Los copépodos marinos se tratan de un grupo de microorganismos que están distribuidos en todos los océanos y se comprenden en su

mayoría pequeños crustáceos de vida libre. Los rotíferos se constituyen por ser organismos planctónicos en poseer una corona ciliada que les sirva para la locomoción y cuyo movimiento les de aspecto de una rueda giratoria (Gutiérrez, et al, 2007). Los Meroplancton son un importante grupo en la cadena trófica acuática, estos moluscos en su fase larval de bivalvos y cefalópodos (Campos & Landaeta, 2016).

#### **1.6.7. Parámetros ambientales**

El área de la zona marina costera del Ecuador en la maricultura de ostras (*Magallana gigas*) en Cañaverall, Cojimíes son relativamente de una alta productividad del zooplancton por su notorio crecimiento y es importante determinar su biodiversidad y abundancia en contra de su relevancia ecológica y económica, existen pocos estudios en la costa ecuatoriana que evalúen la biodiversidad zooplanctónica en relación con la maricultura de ostras, lo cual representa una brecha de conocimiento importante para la gestión sostenible de estos sistemas (Invipisca, 2021)

Según (Jiménez, et al, 2023), en el Ecuador ha existido un amplio desarrollo de la acuicultura en áreas costeras marinas. En Manabí, el cultivo de las Ostras *Magallanas gigas*, se lleva a cabo en una concesión de 100 hectáreas de mar a 1969 km (1 milla náutica) de la comunidad de Cañaverall, la expansión de la maricultura plantea avances ecológicos fundamentales, como un proyecto piloto de Innovación y Sostenibilidad del Sector Pesquero Artesanal de Manabí (ISOSPAM) en el cultivo de ostras filtradoras de plancton (Isospam, 2025)

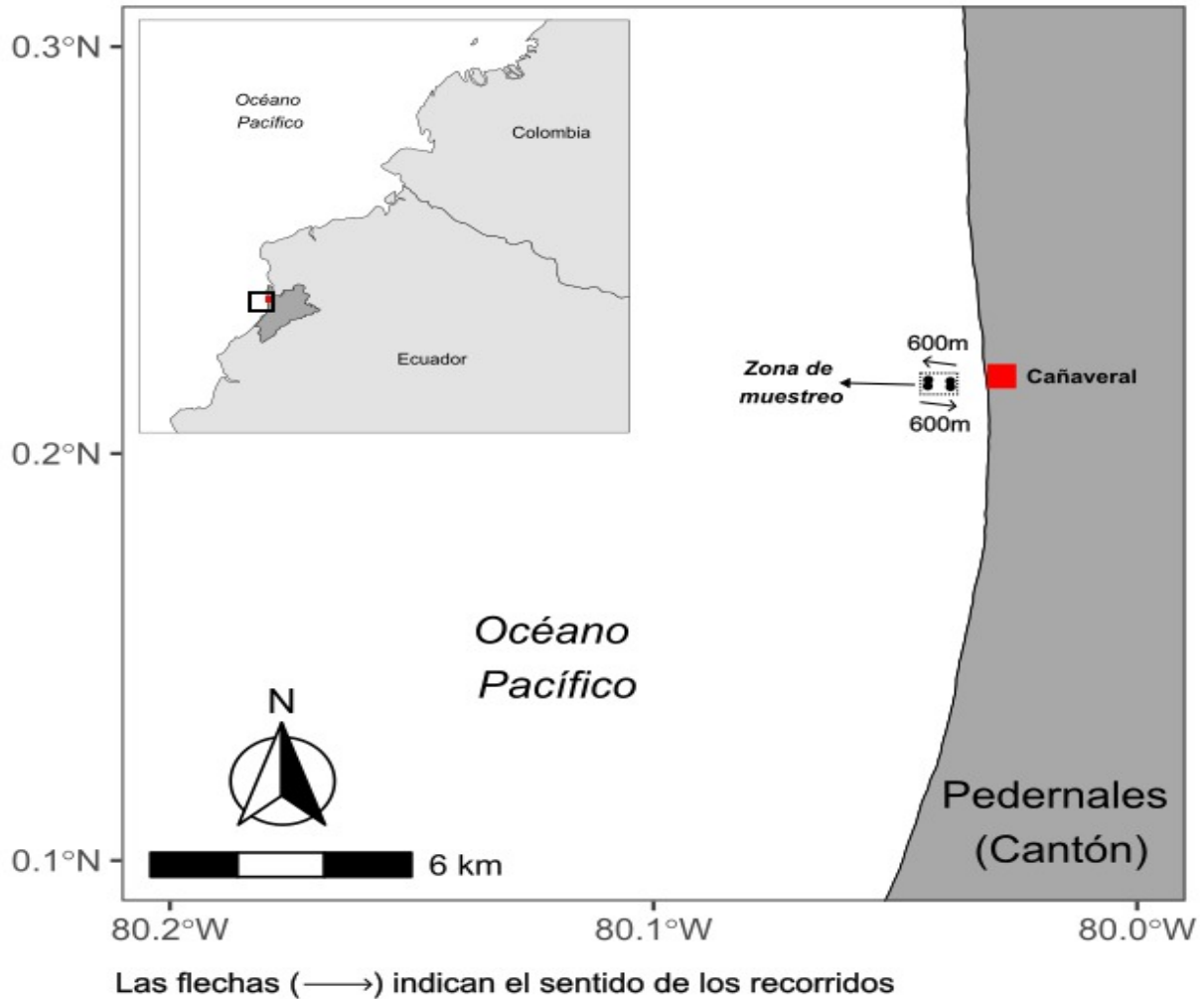
Estudiar la composición del zooplancton en estos ambientes semiartificiales aporta al conocimiento de los impactos positivos y negativos de la alimentación de las ostras, *Magallana gigas*, siendo de utilidad en el desarrollo económico de la comunidad Cañaverall (Isospam, 2025).

## **CAPÍTULO 2: DESARROLLO METODOLÓGICO**

Metodología cuantitativa, no experimental y de tipo descriptivo correlacional, basada en muestreos de campo y análisis estadísticos multivariados para evaluar la relación entre biodiversidad zooplanctónica de Cañaverál, del Pedernales y variables ambientales, siguiendo enfoques ecológicos como los descritos por Anderson et al. (2011).

### **2.1 Área de estudio.**

El sitio Cañaverál, situado en el Cantón Pedernales vía Cojimíes de la provincia de Manabí, se localiza en la zona noroccidental del país. Esta región se distingue por su geografía costera que incluye la cercanía al océano Pacífico e influye notablemente en el paisaje creando un área rica en biodiversidad terrestre y marina. Las coordenadas Geográficas de Cañaverál son aproximadamente altitud 0° 26' 00" S longitud 80. 0027. (Instituto Geográfico Nacional)



**Figura 1.** Área de estudio en Cañaverál. Los puntos negros representan los puntos de muestreo localizados en la zona de maricultura de las ostras de *Pacífico Magallana gigas* (Thunberg, 1793).

El área de estudio se encuentra ubicada en la zona costera frente a la comunidad de Cañaverál, Cojimíes, situada en el noroccidente del país, en la zona geográfica conocida como región litoral o costa, y sus límites son: al norte con Esmeraldas, al este y sur con Pedernales y al oeste con el Océano Pacífico (Tapia et al, 2010). En donde se estableció una estación de muestreo específica, realizado en las dos estaciones climáticas que tiene nuestro país, en el cultivo de Ostras

(*Magallanas gigas*) de la comunidad de Cañaveral, considerado por su alta productividad primaria y secundaria del plancton.

## **2.2. Recolección de muestras**

Los muestreos fueron realizados una vez por mes en dos puntos distintos durante los meses comprendidos desde abril a agosto del 2025 a 1 milla náutica (1853 metros), de la costa de la playa Cañaveral, en la zona concesionada de cultivo de ostras. Los arrastres superficiales fueron realizados a 50 cm de profundidad durante 4 minutos a una velocidad de 4 nudos cubriendo 4 m lineales, desde una embarcación tipo fibra de vidrio de una eslora total de 6.5 m, los datos de velocidad se con un tomaron con APP velocímetro 98 mph, una red de arrastre superficial de 90 cm del cuerpo de la malla por 30 cm, del diámetro de boca x 50  $\mu$ m, el ojo de malla (longitud, diámetro y ojo de la malla) y con un copo o colector de 250 mm, de capacidad.

Una vez levantada la red de arrastre se colocó el contenido de la muestra a un envase de vidrio estéril de 1000 ml de la muestra para su posterior rotulación, tomándose sus coordenadas a través de coordenadas de Google Mapas, además se toman parámetros físico-químicos (temperatura, pH, salinidad y mediante el uso de un multiparámetro (BLE-9909). Se adiciona 0.05 ml de Lugol a cada muestra para la preservación de la muestra para su posterior análisis en el laboratorio de Agua y Suelo de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Pedernales.

Para determinar la abundancia planctónica se realiza un conteo mediante la cámara de recuento Sedgwick-Rafter, por lo que se homogenizaba la muestra y se colocaba 1 ml de esta en la respectiva cámara para el conteo e identificación de los organismos en cada muestra. Se procede además a medir los organismos en cada cuadrante de la cámara de ráster y a visualizar

las características morfológicas de las especies en donde se utilizó una cámara de microscopio (SWIFTCAM SC2003) y su respectivo programa Swift Imaging.

## **2.3. Análisis de datos**

### **2.3.1 Organización de los datos**

La organización de los datos para el análisis de biodiversidad de zooplancton se realizó tomando cada mes de muestreo (marzo, abril, mayo, julio, agosto y septiembre) como una unidad independiente que representaba una comunidad zooplanctónica. Los meses de marzo, abril y mayo fueron considerados de época lluviosa. Los meses de julio, agosto y septiembre fueron considerados época.

Cada género identificado fue tratado como una unidad taxonómica, y su abundancia fue registrada de forma sistemática para construir una matriz mensual de conteos por género. En esta matriz se registraron los individuos observados y su género correspondiente, lo que permitió disponer de la base necesaria para el cálculo de los diferentes índices de biodiversidad.

Paralelamente, se incorporaron las variables ambientales medidas en el sitio de estudio, tales como pH, temperatura superficial del mar y salinidad, como predictores asociados a cada muestra. A partir de esta matriz consolidada se procedió al cálculo de los índices de diversidad mediante las fórmulas establecidas, permitiendo evaluar la estructura y variación del zooplancton en relación con los gradientes ambientales.

El cálculo de los índices de biodiversidad fue realizado con R Studio (R Core Team, 2022), y la paquetería Biodiversity (Kindt y Coe, 2005). A continuación, se presentan los principales índices de biodiversidad (Anderson et al., 2011).

### **2.3.2 Índices de biodiversidad**

Los índices de biodiversidad calculados fueron los siguientes:

➤ Riqueza (S): número de géneros con abundancia > 0.

➤ Índice de Shannon-Wiener (H'):

$$H' = -\sum p_i \ln(p_i) \text{ (biodiversidad, combina riqueza y equidad).}$$

➤ Equidad de Pielou (J'):

$$J' = H' / \ln(S) \text{ (qué tan homogénea es la distribución de abundancias).}$$

➤ Dominancia de Simpson (D):

$$D = \sum \pi^2 \text{ (mientras más alto, más dominado por pocas especies).}$$

También se usó su complemento  $1 - D$  como índice de diversidad de Simpson.

➤ Riqueza específica relativa:

$$\text{Margalef} = (S-1) / \ln(N)$$

Donde  $\pi$  es la proporción de cada género respecto al total del mes y N es la abundancia total del zooplancton.

Los índices fueron calculados por mes (n=6; Tabla 1) y por muestra (n=22; Anexo 2) durante los meses de muestreo.

### 2.3.3 Análisis de Redundancia

➤ La metodología RDA (Redundancia Análisis) utilizada en este estudio consiste en relacionar de manera directa los índices de biodiversidad del zooplancton con las variables ambientales medidas en cada muestra. Primero, se calcularon los índices ecológicos Shannon, Simpson (1-D) y Margalef a partir de las abundancias por género. Luego, estas tres métricas se estandarizaron y se utilizaron como matriz de respuesta biológica, se estandarizaron las variables ambientales (pH, salinidad y temperatura superficial del mar), que constituyeron la matriz de predictores.

➤ El RDA combina una regresión multivariada seguida de un análisis de componentes principales. Esta técnica permite identificar qué proporción de la variación en los índices de biodiversidad puede ser explicada por las variables ambientales (eje del, RDA 1 y el eje del, RDA 2). Finalmente, se generó un biplot en el que se visualizaron los gradientes ambientales, la distribución de las muestras y la respuesta de los índices de biodiversidad frente a dichos gradientes.

➤ La significancia estadística de los modelos de redundancia (RDA) para evaluar el impacto de las variables ambientales sobre los índices de biodiversidad, se evaluó mediante análisis de varianza por permutaciones (PERMANOVA; 999 permutaciones libres), con el fin de determinar si la varianza explicada por las variables ambientales sobre los índices de biodiversidad era mayor que la esperada bajo una distribución aleatoria. Esta prueba combina el análisis multivariado de regresión y el análisis de ordenación por gradientes ambientales (PCA).

## CAPÍTULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN




### 3.1 La comunidad zooplanctónica de la zona de Cañaveral

El análisis cuantitativo de abundancia total muestra que la comunidad zooplanctónica estuvo claramente dominada por organismos de la clase Copepoda identificados representando aproximadamente 33,9 % del total registrado (Tablas 2 y 3). En segundo lugar, se ubicaron los Nauplios de crustáceos con el 27,2 %, lo que indica una fuerte presencia de estadios larvales de camarones y sugiere eventos de reclutamiento permanentes en el ecosistema (Tabla 3). En conjunto, ambos grupos constituyen más del 60 % de la abundancia total. En un nivel intermedio de importancia se encuentran *Cletocamptus* sp. (12,3 %, Tabla 3) y larvas de moluscos de la clase *Bivalvia* (8,3 %), mientras que otros taxones como rotíferos, y los Copépodos de los géneros *Subeucalanus* sp., *Eucalanus* sp., *Temora* sp. y *Euterpina* sp. presentaron contribuciones menores pero constantes.

**Tabla 2.** Los valores de abundancia relativa (cell/ml) reportados para los grupos taxonómicos

Estación	Mes	Muestras	pH	Salinidad	Temperatura	C l e t o c a m p t u s s p	C o d e l o s	C o p e l o s	D a p h n i a	E u c l i a n u s	E u r o p e a	L a b i d o c e r a	N a p l i o	p e r i n o	R o t i f e r o	S u b e r c a l a n u s	T e m o r a	B i v o r o s	
Lluviosa	Marzo	M1	7.8	31.2	27	0	0	25	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Lluviosa	Marzo	M2	7.8	31.2	27	2	0	50	0		0	0	4	0	0	1	1	0	
Lluviosa	Marzo	M3	7.5	31.0	26.9	0	0	24	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	
Lluviosa	Marzo	M4	7.5	31.0	26.9	2	0	51	0		0	0	4	0	0	1	1	0	
Lluviosa	Abril	M5	6.8	30	27.5	17	0	33	0	5	4	0	24	0	0	2	3	5	
Lluviosa	Abril	M6	6.8	30	27.5	17	0	33	0	5	4	0	24	0	0	2	3	5	
Lluviosa	Abril	M7	7.2	29.9	27.8	17	0	33	0	5	4	0	24	0	0	2	3	5	
Lluviosa	Abril	M8	7.2	29.9	27.8	17	0	33	0	5	4	0	24	0	0	2	3	11	
Lluviosa	Mayo	M9	8.1	33.4	27.8	1	0	4	0	1	0	0	2	0	0	1	1	3	
Lluviosa	Mayo	M10	8.1	33.4	27.8	1	0	4	0	1	0	0	2	0	0	1	1	9	
Lluviosa	Mayo	M11	8.15	33.1	27.5	1	0	4	0	1	0	0	2	0	0	1	1	3	
Lluviosa	Mayo	M12	8.15	33.1	27.5	1	0	4	0	1	0	0	2	0	0	1	1	3	
Seca	Julio	M13	7.25	32.5	24.5	1	0	0	2	0	0	0	9	0	0	0	0	0	
Seca	Julio	M14	7.25	32.5	24.5	5	0	13	0	0	0	0	12	0	1	0	0	1	
Seca	Julio	M15	7.2	32.0	25	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Seca	Julio	M16	7.2	32.0	25	25	0	23	1	0	0	0	53	0	19	0	0	10	
Seca	Agosto	M17	8.92	35.1	26.0	3	0	9	0	0	0	0	22	0	8	5	1	1	
Seca	Agosto	M18	8.92	35.1	26.0	1	0	3	0	0	0	0	9	0	0	2	1	0	
Seca	Agosto	M19	8.7	35.0	25.7	5	0	5	0	0	0	0	14	0	1	1	9	2	
Seca	Agosto	M20	8.7	35.0	25.7	17	1	23	1	0	14	0	64	1	10	5	3	28	
Seca	Septiembre	M21	7.8	30	26	2	0	0	0	0	1	1	3	0	1	0	0	0	
Seca	Septiembre	M22	7.8	30	26	1	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	

**Tabla 3.** Descripción de los principales taxones de zooplancton identificados en este estudio

Clasificación taxonómica	Descripción	Anexo Fotográfico
<p>Filo: Artrópoda</p> <p>Clase: Copepoda</p> <p>Orden: Calanoida</p> <p>Grupo: Copéodos</p> <p>Género: indeterminado</p>	<p>Presentan un ciclo estacional dominado, abundante, conocidos como pulgas de mar.</p>	
<p>Filo: Artrópoda</p> <p>Clase: Copépoda</p> <p>Orden: Haparticoida</p> <p>Grupo: Copépodo</p> <p>Género: <i>Cletocampus</i></p>	<p>Haparticoide de pequeño tamaño en la hembra y un poco más grande en el macho, la armadura de las patas constituye un rasgo esencial, es una especie de holobionte.</p>	
<p>Filo: Artrópoda</p> <p>Clase: Copépoda</p> <p>Orden: Decápoda</p> <p>Grupo: Nauplios</p> <p>Género: Indeterminado</p>	<p>Son crustáceos en su fase larval, se alimentan de microorganismos del fitoplancton, poseen un segmento torácico redondeado.</p>	

Filo: Artrópoda  
Clase: Copépoda  
Orden: Cyclopoida  
Grupo: Copépodo  
Género: *Cyclops*

El segmento torácico porta el cuarto par de patas y el segmento que porta el quinto par de patas presenta expansiones, se destacan sus anténulas.



Filo: Artrópoda  
Clase: Copépoda  
Orden: Cyclopoida  
Grupo: Copépodo  
Género: *Harpacticus*

La talla de esta especie es pequeña, presenta un rostro redondeado muy visible, las ramas de la furca son muy cortas y puede vivir en aguas continentales placenteramente.



Filo: Arthropoda  
Clase: Copepoda  
Orden: Harpacticoida  
Familia: Tachidiidae  
Género: *Euterpina*

Son especies propios del plancton marino. Los harpacticoide se caracterizan por la presencia de un rostro triangular, cuyo perfil se puede apreciar en la imagen de la parte superior derecha.



Filo: Mollusca	Son moluscos en su fase
Clase: Bivalvia	larvaria, descritos como
Orden: Ostreidea	meroplancton, poseen dos
Grupo: Bivalvos	valvas, se alimentan del
Género: Indeterminados	fitoplancton.



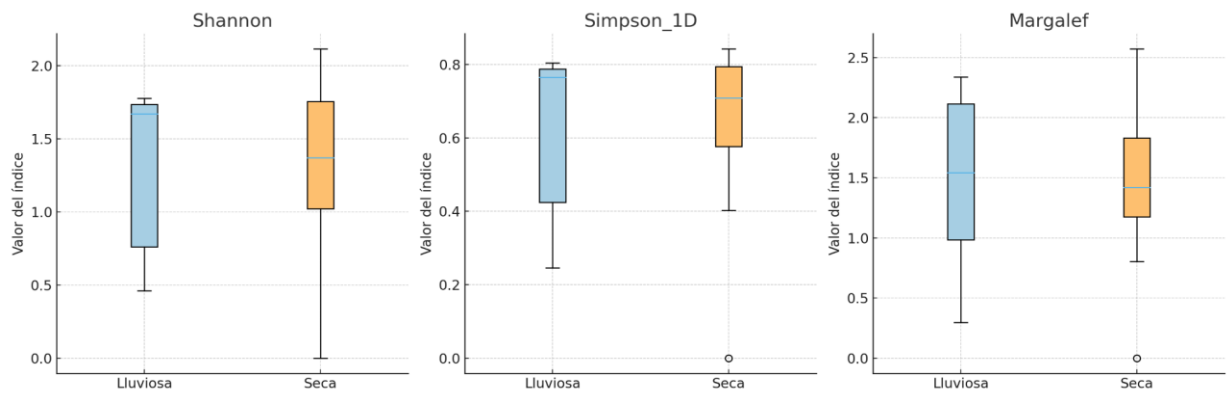
### 3.2 Efectos de la temporalidad en los índices de biodiversidad

La tabla 4 presenta los índices de biodiversidad de zooplancton comparados por cada mes de muestreo; mientras las Figuras 2 y 3 comparan los principales índices de biodiversidad por estación climática y meses de muestreo.

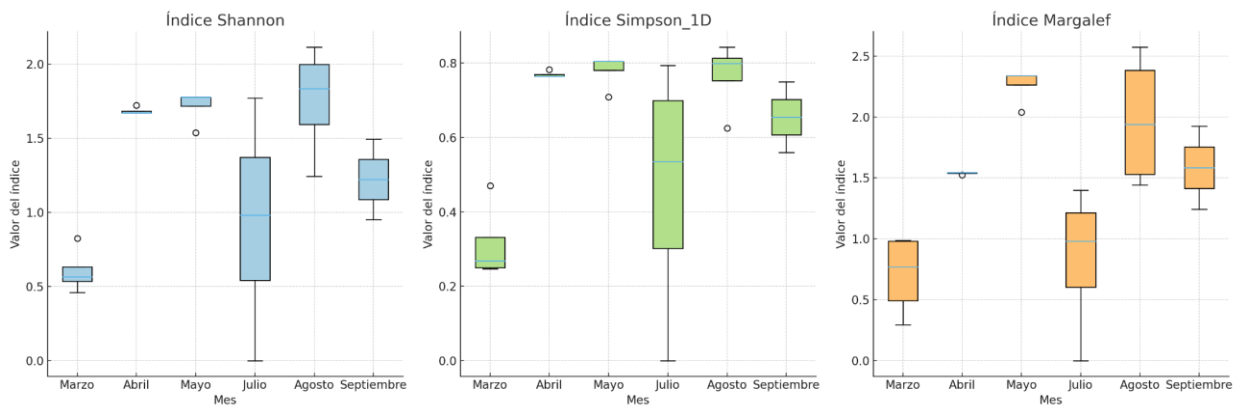
**Tabla 4.** Índices de biodiversidad de zooplancton para la zona de Cañaveral-Cojimíes en el año 2025

Mes	Estación	N	S	Shannon H'	Pielou J'	Simpson D	Simpson_1D	Margalef
Marzo	Lluviosa	182	7	0,75	0,39	0,69	0,31	1,15
Abril	Lluviosa	378	8	1,69	0,81	0,23	0,77	1,18
Mayo	Lluviosa	58	7	1,73	0,89	0,21	0,79	1,48
Julio	Seca	205	8	1,77	0,85	0,21	0,79	1,32
Agosto	Seca	297	14	2,04	0,77	0,19	0,81	2,28
Septiembre	Seca	13	6	1,48	0,83	0,29	0,71	1,95

N: abundancia total; S: riqueza de géneros; H': Shannon (biodiversidad); J': equidad; D: dominancia de Simpson; 1 – D: diversidad de Simpson, Riqueza específica de Margalef.



**Figura 2.** Índices de biodiversidad más importantes comparados por estación climática (lluviosa y seca).



**Figure 3** Índices de biodiversidad más importantes comparados por mes de muestreo (marzo, abril, mayo, julio, agosto, septiembre).

La comunidad de zooplancton mostró una marcada variación temporal en su estructura ecológica (Figura 3). Durante marzo se observó la mayor dominancia ( $D \approx 0.69$ ) y la menor diversidad ( $1-D \approx 0.31$ ), lo que indica que unas pocas especies controlan la mayor parte de la abundancia. A partir de abril y hasta agosto, esta dominancia disminuyó notablemente ( $D \approx 0.17-0.23$ ), mientras que la diversidad aumentó ( $1-D \approx 0.77-0.83$ ), evidenciando comunidades más equilibradas y con mejor distribución de abundancias.

Por otro lado, La riqueza también experimentó cambios importantes: agosto registró el mayor número de especies ( $S = 14$ ) y los valores más altos de Margalef, reflejando una comunidad particularmente diversa. En cuanto a la equidad, en marzo volvió a destacar por su valor mínimo ( $J' \approx 0.39$ ), lo que confirma el dominio de pocos taxones; mientras que mayo, julio y septiembre presentan una alta equidad ( $J' \approx 0.77-0.89$ ), mostrando una distribución más uniforme entre especies.

Cabe destacar que no existieron diferencias significativas en los índices de biodiversidad (de Shannon, de Simpson y de Margalef) por estación climática (Mann–Whitney U; con valores de probabilidad  $> 0.4$ ; Anexo 2 y Figura 3); mientras que sí existieron diferencias altamente significativas en las comparaciones mensuales (Kruskal Wallis, valores de probabilidad  $< 0.05$ ; Anexo 2), reportándose el mes de marzo con el mes con los valores más bajos de biodiversidad y riqueza, mientras que agosto es el mes con los valores más altos de estos índices. Los tamaños de efecto fueron elevados ( $\epsilon^2 = 0.51-0.82$  ; Anexo 2) al comparar los índices de biodiversidad entre meses, indicando un patrón ecológico marcado. No obstante, las comparaciones post hoc ajustadas mediante el método de Holm (Anexo 2) no identificaron diferencias significativas entre pares específicos de meses, lo cual puede atribuirse al reducido tamaño muestral y la consecuente baja potencia estadística.

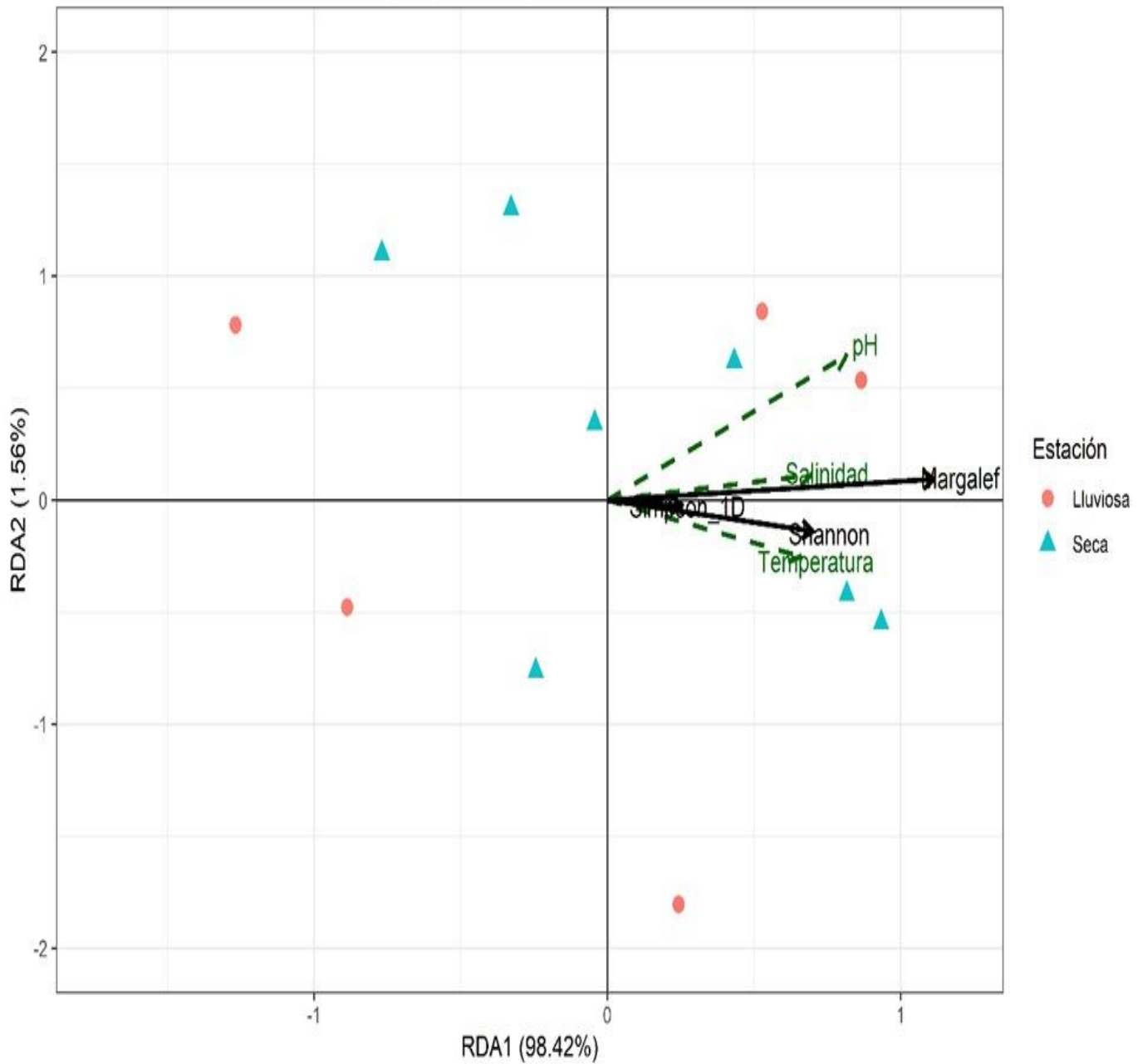
### **3.3 Efectos de los factores ambientales de los índices de biodiversidad**

Cuando analizamos el efecto de los parámetros ambientales como la temperatura superficial del mar, la salinidad y el pH sobre los índices de biodiversidad, reportamos que el análisis de redundancia (RDA) mostró que el eje RDA1 explicó el 98.42 % de la variación de los índices de biodiversidad (Figura 4), observando que el índice ecológico de Dominancia de Simpson se asocia fuertemente con los gradientes ambientales (PERMANOVA,  $p < 0,05$ ), con

un impacto estadísticamente significativo de la temperatura (PERMANOVA,  $P = 0,032$ ; Anexo 3 del modelo por términos) y un impacto marginal de la salinidad (PERMANOVA,  $P = 0,079$ ; Anexo 3 del modelo por términos), mientras que el pH no influyó significativamente a la variación de los índices de biodiversidad.

Por otro lado, el eje RDA2, explicó sólo el 1.4 % de la variación, y no aparece con una varianza importante para explicar los índices de diversidad (Figura 4).

Finalmente, la longitud de las flechas de los parámetros ambientales (Figura 4) indica la magnitud de su correlación con los ejes canónicos (RDA1 y RDA2). La alineación angular entre Temperatura Superficial del Mar y los índices de biodiversidad de Shannon y de dominancia de Simpson sugiere una asociación positiva moderada, mientras que la riqueza específica de Margalef mostró mayor asociación con salinidad. El pH mostró mayor contribución en el eje secundario de menor importancia, sin presentar relación alguna con los parámetros ambientales.



**Figure 4** Análisis Multivariado de Redundancia (RDA) para conocer la relación de los índices de biodiversidad (Shannon, Simpson y Margalef; flechas punteadas verdes) con los factores ambientales (pH, Temperatura Superficial del Mar y la Salinidad; flechas negras).

## 3.2. DISCUSIÓN

### 3.2.1. Análisis general de la biodiversidad y abundancia del zooplancton

Los resultados obtenidos en esta investigación evidencian que la comunidad zooplanctónica asociada a la zona de concesión de ostras en Cañaveral – Cojimíes se caracteriza por una estructura dominada principalmente por copépodos, Cletocamptus acompañados de otros grupos secundarios como larvas de crustáceos, quetognatos y estadios tempranos de bivalvos. Este patrón concuerda con lo reportado para ecosistemas marino-costeros y estuarinos del Ecuador, donde los copépodos constituyen entre el 60 y 90 % del zooplancton total debido a su alta capacidad de adaptación y eficiencia trófica (Ramos-Centeno & Napa-España, 2020; Bucheli et al., 2022).

La abundancia zoo planctónica registrada en el estudio base muestra variaciones temporales estacionales moderadas, sin evidenciar colapsos poblacionales ni dominancias extremas, aunque sí existieron diferencias en la abundancia de copépodos en los meses de marzo, julio y agosto, mientras que las larvas de nauplios dominaron los meses de julio y agosto. Este comportamiento es contrastable con otros estudios realizados en Cojimíes y Jaramijó, donde se reportan comunidades zoo planctónicas estructuradas y con mayor equidad en su composición, asociadas a condiciones oceanográficas relativamente estables (Salcedo & Coello, 2019; Mero-Castro & Rodríguez-Tubay, 2025).

En comparación con zonas de mayor productividad como el Golfo de Guayaquil, la riqueza específica observada en Cañaveral es menor, sin embargo, la equidad y diversidad relativa se mantienen en valores intermedios, lo cual es característico de sistemas mesotróficos costeros donde la energía es transferida de manera eficiente a niveles tróficos superiores sin procesos de eutrofización severa (Quijije-López et al., 2020; Bucheli et al., 2022).

### **3.2.2. Influencia de la temperatura sobre la diversidad y abundancia del zooplancton**

La temperatura superficial de la mar registrada durante el periodo de estudio se mantuvo dentro de rangos típicos de ambientes tropicales costeros, con fluctuaciones moderadas asociadas a la estacionalidad climática, además fue considerada como el factor de mayor importancia en los cambios de los índices de biodiversidad del zooplancton en este estudio. Estas condiciones favorecieron una comunidad zoo planctónica diversa y estructuralmente estable, especialmente durante los meses con temperaturas entre 24.5 y 27.5 °C, rango considerado óptimo para el desarrollo del zooplancton en el Pacífico Oriental Tropical (Ramos-Centeno & Napa-España, 2020; Bucheli et al., 2022).

Estudios previos en Cojimíes y otras zonas de Manabí han demostrado una relación directa entre los pulsos térmicos y los incrementos en la abundancia zoo planctónica, atribuida a una mayor disponibilidad de fitoplancton como fuente alimenticia Salcedo & Coello, (2019); Quijije-López et al., 2020, García-Banda, (2024). En este sentido, los resultados del estudio base coinciden con estos patrones regionales, evidenciando que la temperatura actúa como un factor regulador de la productividad secundaria más que como un limitante ecológico.

No obstante, investigaciones recientes advierten que anomalías térmicas positivas prolongadas, asociadas a eventos El Niño, pueden simplificar la estructura zoo planctónica y favorecer especies oportunistas Bucheli et al., (2022); Mero-Castro & Rodríguez-Tubay, (2025). En el caso de Cañaverál–Cojimíes, la ausencia de estas anomalías durante el periodo de estudio permitió mantener una comunidad zoo planctónica estable durante el periodo de estudio.

### **3.2.3. La salinidad como moduladora del zooplancton**

La salinidad se consolidó como uno de los principales factores (después de la temperatura) estructurantes de la comunidad zoo planctónica, particularmente por la influencia estuarina del río

Cojimíes. Las variaciones salinas observadas afectaron principalmente la composición y riqueza específica, más que la abundancia total, favoreciendo la presencia de especies eurihalinas capaces de tolerar amplios rangos de salinidad (Tapia & Naranjo, 2015; Salcedo & Coello, 2019).

Este comportamiento es consistente con estudios realizados en estuarios ecuatorianos, donde se ha documentado que los gradientes salinos generan una zonación ecológica del zooplancton, sin provocar reducciones drásticas en la biomasa Ramos-Centeno & Napa-España, (2020). En este estudio, los valores de salinidad relativamente estables (30 a 35 ppt) durante gran parte del muestreo favorecieron una comunidad zooplanctónica homogénea y con alta equidad durante todos los meses, con excepción del mes de marzo, en donde hubo dominancia de copépodos.

La presencia de copépodos calanoides y otros crustáceos eurihalinos coincide con lo reportado para el estuario del río Chone y otras áreas costeras de Manabí, donde estos organismos actúan como indicadores de mezcla de masas de agua marinas y continentales Salcedo & Coello, 2019; Quijije-López et al., (2020).

#### **3.2.4. El pH y estabilidad química del sistema**

Los valores de pH registrados en el estudio base se mantuvieron dentro de rangos ligeramente alcalinos (7.2 y 8.9), condición típica de sistemas marino-estuarinos abiertos y considerada favorable para los procesos fisiológicos del zooplancton. Esta estabilidad sugiere que el sistema se encuentra químicamente amortiguado, probablemente debido a la acción del sistema carbonato–bicarbonato y a la renovación constante de masas de agua por ser un sistema abierto (Tapia & Naranjo, 2015; Quijije-López et al., 2020).

Diversos estudios en la costa ecuatoriana coinciden en que el pH rara vez actúa como un factor limitante directo del zooplancton, tal como ocurrió en este estudio, salvo en escenarios de contaminación o descargas continentales intensas (Ramos-Centeno & Napa-España, 2020).

#### **3.2.4. Estacionalidad y variación mensual del zooplancton**

La temporalidad emergió como un factor integrador de las variables oceanográficas, determinando cambios mensuales en la abundancia y diversidad del zooplancton. Los mayores valores de diversidad se registraron durante los meses de transición entre la época lluviosa y seca (abril y mayo), cuando la heterogeneidad ambiental es mayor y se incrementa la disponibilidad de recursos tróficos que aparecen durante los meses de junio a agosto con la entrada de agua más fría proveniente de la corriente de Humbolt Ramos-Centeno & Napa-España, 2020; Bucheli et al., (2022).

#### **3.2.5. Implicaciones del zooplancton en el cultivo de ostras marinas**

La estructura zooplanctónica observada en Cañaverál–Cojimíes tiene implicaciones directas para la maricultura de la ostra del Pacífico (*Magallana gigas*). Si bien el fitoplancton constituye la fuente alimenticia principal de este bivalvo, el zooplancton desempeña un rol clave en la transferencia de energía y en la regulación de la calidad del alimento disponible, al controlar la biomasa Fito planctónica y reciclar nutrientes Quijije-López et al., 2020; Bucheli et al., (2022).

La presencia de una comunidad zooplanctónica diversa y estable favorece un sistema trófico equilibrado, reduciendo el riesgo de floraciones nocivas y contribuyendo indirectamente al crecimiento y supervivencia de las ostras. Los copépodos, mayoritariamente encontrados en el estudio, constituyen uno de los alimentos más importantes en estos sistemas costeros-marinos, ya que se les atribuye un elevado contenido de ácidos grasos esenciales altamente insaturados, de la serie de omega 3 necesarios para la alimentación de los organismos marinos (Puello-Cruz, 2008).

Estudios realizados en zonas de cultivo de bivalvos como las ostras, indican que sistemas con zooplancton estructuralmente estable presentan mejores condiciones para la sostenibilidad de la maricultura (Ramos-Centeno & Napa-España, 2020; Mero-Castro & Rodríguez-Tubay, 2025).

### 3.3. CONCLUSIONES

El presente estudio confirmó que los índices de biodiversidad del zooplancton, reveló una marcada variación temporal en la estructura comunitaria a lo largo del periodo de la investigación. Los meses iniciales, especialmente marzo, presentaron las menores métricas de diversidad, equidad y riqueza, reflejando comunidades fuertemente dominadas por pocos taxones. A medida que avanzó el año, entre abril y agosto se observó un incremento paulatino tanto en el número de especies como una distribución equitativa de sus abundancias, alcanzando un pico de complejidad ecológica durante el mes de agosto.

Cuando se compararon las estaciones climáticas del año 2025, durante el estudio, los índices Shannon, Simpson 1-D y Margalef mostraron valores ligeramente más altos en la estación seca; sin embargo, las pruebas no paramétricas indicaron que estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Esto sugiere que, si bien existen patrones de tendencia vinculados a la estacionalidad, la comunidad de zooplancton mantiene un grado considerable de estabilidad entre estaciones, aunque una fuerte inestabilidad dentro de las mismas estaciones, lo que se vio reflejado en las variaciones estadísticamente significativas reportadas cuando se realizó el análisis mensual.

El análisis multivariado RDA permitió comprender de manera conjunta el efecto de los predictores ambientales sobre la biodiversidad zooplanctónica. El primer eje (RDA1), que explicó la mayor parte de la varianza, mostró que la salinidad y la temperatura fueron los

principales factores que estructuraron la comunidad, favoreciendo mayores niveles de riqueza y dominancia durante los meses en los que predominaron aguas más cálidas y salinas. Por su parte el pH, no contribuyó de manera significativa a la variación de los índices de diversidad.

### **3.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda implementar un programa de monitoreo continuo del zooplancton en la zona ostrera de Cañaveral – Cojimíes que incluya la identificación taxonómica a nivel de grupo y, cuando sea posible, a nivel de género y especies, así como la cuantificación de la abundancia y el cálculo de índices de biodiversidad. Este monitoreo permitiría detectar variaciones temporales y estacionales en la estructura zooplanctónica, aportando información clave para la evaluación del estado trófico del ecosistema y como identificador temprano de larvas de organismos depredadores de ostras.

Es pertinente que dicho monitoreo zooplanctónica se complementa con el seguimiento sistemático de las principales variables oceanográficas, especialmente la temperatura superficial del mar, la salinidad y el pH, considerando que la temperatura se identificó como el factor de mayor influencia sobre los índices de biodiversidad del zooplancton, mientras que la salinidad actuó como un modulador de la composición y riqueza específica. El análisis integrado de estas variables permitirá comprender con mayor precisión los procesos físicos que regulan la dinámica biológica del sistema.

Se sugiere profundizar el análisis de la influencia estuarina del río Cojimíes, incrementando la frecuencia de muestreo durante la época lluviosa, con el fin de evaluar de manera más detallada los efectos de los gradientes salinos y de los aportes continentales sobre la estructura del zooplancton, particularmente sobre la presencia de especies eurihalinas y estadios tempranos como nauplios y larvas de bivalvos, que son componente también de la dieta de las ostras del pacífico.

El sistema de la comunidad de zooplancton evidenció características propias de un ambiente mesotrófico estable, como un indicador biológico de la calidad ambiental de la zona, considerando los resultados obtenidos, como, la dominancia de copépodos y la estabilidad de los índices de diversidad como señales de un ecosistema funcional y equilibrado. Este enfoque permitiría anticipar posibles alteraciones asociadas a cambios climáticos o a presiones antrópicas.

En el ámbito de la maricultura, se recomienda ajustar las prácticas de manejo del cultivo de *Magallana gigas* en función de la dinámica temporal del zooplancton y del fitoplancton, priorizando los periodos en los que se registran mayores valores de diversidad y estabilidad ambiental, ya que estos periodos favorecen una mejor transferencia de energía en la red trófica y, por ende, un mayor crecimiento y supervivencia de las ostras.

Finalmente, se sugiere que los próximos estudios incorporen el análisis de nutrientes inorgánicos y la aplicación de herramientas estadísticas multivariadas que permitan evaluar de forma integrada la relación entre las variables ambientales y la comunidad zooplanctónica; y la importancia de los escenarios de variabilidad climática, como anomalías térmicas asociadas a eventos El Niño y La Niña, con el fin de anticipar posibles cambios en la estructura del zooplancton y su impacto sobre los recursos pesqueros y acuícolas de la zona.

### 3.3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, M. J., Crist, T. O., Chase, J. M., Vellend, M., Inouye, B. D., Freestone, A. L., Sanders, N. J., Cornell, H. V., Comita, L. S., Davies, K. F., Harrison, S. P., Kraft, N. J. B., Stegen, J. C., & Swenson, N. G. (2011). Navigating the multiple meanings of  $\beta$  diversity: A roadmap for the practicing ecologist. *Ecology Letters*, 14(1), 19-28.  
<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01552.x>
- Arcos, et al. (1986). Variación mensual y mareal del zooplancton en una estación fija del Estero del muerto, Golfo de Guayaquil. <https://aquadocs.org/bitstreams/39b611a4-1d52-4dc4-b943-4a6723eb99ea/viewer?itemid=31b2d2dc-5ab1-4fb4-8b74-f1e85f5cc196>
- 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), 133-143.  
<https://www.redalyc.org/journal/341/34162388004/html/>
- Campos, B., & Landaeta, M. F. (2016). Moluscos planctónicos entre el fiordo Reloncaví y el golfo Corcovado, sur de Chile: Ocurrencia, distribución y abundancia en invierno. *Revista de biología marina y oceanografía*, 51(3), 527-539.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-19572016000300005>
- Cardozo, A. C. (2024). El zooplancton como indicador de eutrofización en una laguna costera, Laguna de Rocha—Uruguay.  
[https://silo.uy/vufind/Record/COLIBRI\\_521c53b41274c44c9133376639fc7d4d?sid=8050433](https://silo.uy/vufind/Record/COLIBRI_521c53b41274c44c9133376639fc7d4d?sid=8050433)

Chávez et al, J. (2014). Cultivo de ostión *Crassostrea gigas*: Análisis de 40 años de actividades en México. *Hidrobiológica*, 24(3), 175-190.

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0188-88972014000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0188-88972014000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Conde et al, (2004). El zooplancton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lénticos. *Ecosistemas*, 13(2).

<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/204>

Criales, M., Lobo, D., Parra, A., & López-Gómez, S. (2023). Diversidad y estructura de la comunidad zooplanctónica en la Ciénaga de Paredes. *Acta Biológica Colombiana*, 28, 95-107. <https://doi.org/10.15446/abc.v28n1.94931>

Errazuriz et al. (2024). Biomasa, diversidad y abundancia del zooplancton en la zona de San Mateo-Manabí durante los meses de Julio de 2023 a febrero de 2024.

<https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/6950>

Fabregat, A. C. (2022). El plancton y las redes tróficas marinas. Los Libros De La Catarata.

Gutiérrez, et al, M. A. (2007). Factores bióticos y abióticos que determinan el asentamiento del meroplancton. *Teoría y Praxis*, 4, 89-97.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456145112007>

Hays, G. C., Richardson, A. J., & Robinson, C. (2005). Climate change and marine plankton. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(6), 337-344.

<https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.03.004>

Instituto del Agua. (2024, febrero 20). Plancton Marino: El Corazón Invisible de los Océanos.

Instituto del Agua. <https://institutodelagua.es/plancton/plancton-marino-que-esplancton/>

- Invipesca, R. de investigación pesquera. (2021). Ecología reproductiva y pesquerías en el contexto iberoamericano. Xunta de Galicia. <https://doi.org/10.13039/501100010801>
- Isospam, isospam A. (2025, marzo 13). Seafood Ajamar: La marca que está revolucionando la pesca artesanal en Manabí con productos frescos y sostenibles se presentó al mercado nacional | ISOSPAM. <https://isospam.com/seafood-ajamar-la-marca-que-esta-revolucionando-la-pesca-artesanal-en-manabi-con-productos-frescos-y-sostenibles-se-presento-al-mercado-nacional/>
- Jiménez, et al, J. R. (2023). Diagnóstico de la maricultura en Ecuador: Oportunidades y desafíos. *AquaTechnica*, 5(3), 134-155. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8411400>
- Kristen et al, (2020). A review of micro level indicators for a circular economy – moving away from the three dimensions of sustainability? *Journal of Cleaner Production*, 243, 118531. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118531>
- Llvisaca, C. E. (2025). Composición y abundancia del zooplancton en un ramal del estuario interno del Golfo de Guayaquil, enero-abril 2025. <https://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/83834>
- Mackas, D. L., Greve, W., Edwards, M., Chiba, S., Tadokoro, K., Eloire, D., Mazzocchi, M. G., Batten, S., Richardson, A. J., Johnson, C., Head, E., Conversi, A., & Peluso, T. (2012). Changing zooplankton seasonality in a changing ocean: Comparing time series of zooplankton phenology. *Progress in Oceanography, Global Comparisons of Zooplankton Time Series*, 97-100, 31-62. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2011.11.005>
- Manual de zooplancton: Ensenada de Gaira. (s. f.). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Recuperado 22 de enero de 2026, de

<https://www.utadeo.edu.co/es/publicacion/libro/editorial/235/manual-de-zooplancton-ensenada-de-gaira>

Marino, B., Lainez, A. H. S., & Cornejo, M. H. (2011). “cultivo experimental de copépodos marinos bajo condiciones controladas, con miras a su potencial uso como alimento vivo en el sector acuícola del país, en punta carnero-salinas-santa elena, ecuador” trabajo de titulación.

McManus et al, M. (2012). Plankton distribution and ocean dispersal. *The Journal of experimental biology*, 215, 1008-1016. <https://doi.org/10.1242/jeb.059014>

Mecalco, Á., Castillo-Rivera, M. A., Sanvicente-Añorve, L., César, Álvarez-Silva, C., Mecalco-Hernández, Á., Castillo-Rivera, M. A., Sanvicente-Añorve, L., Flores-Coto, C., & Álvarez-Silva, C. (2018). Variación estacional y nictímera en la distribución del zooplancton dominante en una laguna costera tropical. *Revista de biología marina y oceanografía*, 53(1), 39-49. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572018000100039>

Medellín Mora, J., & Navas S., G. R. (2016). Listado taxonómico de copépodos (Arthropoda: Crustácea) del Mar Caribe colombiano. *Bulletin of Marine and Coastal Research*, 39(2). <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2010.39.2.151>

Mero et al, (2025). Biomasa, diversidad y abundancia del zooplancton en la zona del Pto Jaramijó-Manabí durante los meses de julio 2024 – enero 2025. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/8843>

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2013). El cultivo de ostras da los primeros resultados en Santa Elena – Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. <https://www.agricultura.gob.ec/el-cultivo-de-ostras-da-los-primeros-resultados-en-santa-elena/>

- Naranjo et al., (2013). Aquadocs Repository. <https://aquadocs.org/bitstreams/6c1f5d1b-613c-4df0-928b-43e76777003b/viewer?itemid=087e044e-fb81-494c-bed5-f39b674207e5>
- Okolodkov, Y. (2010). *Biogeografía marina*.  
<https://es.scribd.com/document/259392443/Biogeografia-Marina>
- Palma et al., (2004). Abundancia estacional y distribución vertical del zooplancton gelatinoso carnívoro en un área de surgencia en el norte del Sistema de la Corriente de Humboldt. *Investigaciones marinas*, 32(1). <https://doi.org/10.4067/S0717-71782004000100005>
- Pérez-Aragón, M., Escribano, R., Rivera, R., & Hidalgo, P. (2024). Biodiversity patterns of epipelagic copepods in the South Pacific Ocean: Strengths and limitations of current data bases. *PLOS ONE*, 19(7), e0306440. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0306440>
- Peribonio, D., Repelln, R., & De, A. U. (1981). Estudio ecológico del meso plancton del Golfo de Guayaquil, ciclos nictemerales y relaciones entre el Estuario del Río Guayas y el océano Pacífico.  
[https://horizon.documentation.ird.fr/exldoc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_5/b\\_fdi\\_02-03/02117.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exldoc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_02-03/02117.pdf)
- Prieto, et al. (2008). (pdf) Zooplancton en la larvicultura de peces neotropicales.  
<https://www.researchgate.net/publication/238089656>
- Richardson, A. J. (2008). In hot water: Zooplankton and climate change. *ICES Journal of Marine Science*, 65(3), 279-295. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsn028>
- Romero et al, (2018). Epibiosis y bioerosión en invertebrados bentónicos marinos.
- RTVE.es. (2019, noviembre 15). Las ostras marinas salvan los océanos de la contaminación.  
RTVE.es. <https://www.rtve.es/noticias/20191115/ostras-marinas-salvan-oceanos-contaminacion/1990303.shtml>

- Rusch, V., Vila, A., Marqués, B., & Lantschner, V. (2015). Conservación de la Biodiversidad en Sistemas Productivos: Fundamentos y Prácticas Aplicadas a Forestaciones del Noroeste de la Patagonia. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/10445>
- Sanz, G., & Rebeca, S. (2013). Patrones de colonización de organismos bentónicos en hábitats litorales de Gran Canaria. <https://accedacris.ulpgc.es/jspui/handle/10553/10953>
- Tlapa et al, H. (2010). Efecto de la temperatura en la reproducción asexual de la fase pólipo en la medusa bola de cañon stomolophus meleagris agassiz, 1862 (Schyphozoa, Rhizostomeae) en condiciones controladas.  
<http://coralito.umar.mx:8383/jspui/bitstream/123456789/255/1/CD534.pdf>
- Villalba, W., Marquez-Rojas, B., Troccoli, L., Alzolar, M., & López, J. (2017). Composición y abundancia del zooplancton en la laguna El Morro, Isla de Margarita, Venezuela. *Revista Peruana de Biología*, 24(4), 343-356. <https://doi.org/10.15381/rpb.v24i4.14062>
- Vives Galmes, F. (1967). Sobre la ecología de las larvas planctónicas de animales litorales.  
<https://agris.fao.org/search/en/providers/124963/records/679ba79e969e37f4376f40d9>  
<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01552.x>
- R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Quijije-López, L. J. Q., Napo-España, J. P., Alió-Mingo, J. J., & Del Valle-Olivo, D. (2020). Abundancia, composición y diversidad del zooplancton en la zona de Cojimíes–Manabí, durante los meses de mayo a octubre del 2018. *Dominio de las Ciencias*, 6(3), 735-756.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8231628>

### 3.4. ANEXOS

**Anexos 1.** *Valores mensuales y por muestras tomadas, de los índices de biodiversidad calculados para el zooplancton capturado en Cañaverale.*

Muestras	Mes	Estación	N	S	Shannon	Pielou	Simpson_D	Simpson_1D	Margalef
M1	Marzo	Lluviosa	36	3	0,83	0,75	0,53	0,47	0,56
M2	Marzo	Lluviosa	58	5	0,57	0,35	0,75	0,25	0,99
M3	Marzo	Lluviosa	29	2	0,46	0,66	0,71	0,29	0,30
M4	Marzo	Lluviosa	59	5	0,56	0,35	0,75	0,25	0,98
M5	Abril	Lluviosa	93	8	1,67	0,80	0,24	0,76	1,54
M6	Abril	Lluviosa	93	8	1,67	0,80	0,24	0,76	1,54
M7	Abril	Lluviosa	93	8	1,67	0,80	0,24	0,76	1,54
M8	Abril	Lluviosa	99	8	1,72	0,83	0,22	0,78	1,52
M9	Mayo	Lluviosa	13	7	1,78	0,91	0,20	0,80	2,34
M10	Mayo	Lluviosa	19	7	1,54	0,79	0,29	0,71	2,04
M11	Mayo	Lluviosa	13	7	1,78	0,91	0,20	0,80	2,34
M12	Mayo	Lluviosa	13	7	1,78	0,91	0,20	0,80	2,34
M13	Julio	Seca	12	3	0,72	0,66	0,60	0,40	0,80
M14	Julio	Seca	32	5	1,24	0,77	0,33	0,67	1,15
M15	Julio	Seca	12	1	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
M16	Julio	Seca	149	8	1,77	0,85	0,21	0,79	1,40
M17	Agosto	Seca	58	10	1,87	0,81	0,21	0,79	2,22
M18	Agosto	Seca	16	5	1,24	0,77	0,38	0,63	1,44
M19	Agosto	Seca	47	7	1,71	0,88	0,21	0,79	1,56
M20	Agosto	Seca	176	13	1,96	0,76	0,20	0,80	2,32
M21	Septiembre	Seca	8	5	1,49	0,93	0,25	0,75	1,92
M22	Septiembre	Seca	5	3	0,95	0,86	0,44	0,56	1,24

**Anexos 2.** *Pruebas estadísticas para detectar el efecto estacional y de los meses de muestreo en los tres índices de biodiversidad: Shannon, Simpson 1D y Margalef.*

Tabla de Prueba estadística Mann Witney entre estaciones para cada índice de biodiversidad.

Índice	N Lluviosa	N_ Seca	p valor
Shannon	12	10	0.447250971
Simpson_1D	12	10	0.574290725
Margalef	12	10	0.408751039

**Anexos 3.** *Tabla de Prueba Kruskal Wallis para comparar el efecto de los meses para cada índice de biodiversidad.*

Índice	H	G1	p_valor	$\epsilon^2$	Tamaño del efecto
Shannon	15.05615428	5	0.010125075	0.628509643	Efecto alto
Simpson_1 D	13.19795803	5	0.02159265	0.512372377	Efecto moderado
Margalef	18.09954623	5	0.002824198	0.818721639	Efecto muy grande

Épsilon ( $\epsilon^2$ ) define el tamaño del efecto, es decir si la variabilidad entre meses es grande o existe un patrón ecológico fuerte. Grado de libertad.

**Anexos 4.** *Prueba de Post Hoc de Dunn entre pares de meses para cada índice de biodiversidad. También se realizó un análisis de probabilidad ajustada de Holm debido al bajo tamaño de muestras ( $n_i$ ) por mes. Las muestras son la cantidad de muestreos que se realizaron cada mes.*

Índice	Mes_1	Mes_2	n1	n2	p_por pares	p_Holm ajustada
Shannon	Marzo	Abril	4	4	0,026519	0,397781
Shannon	Marzo	Mayo	4	4	0,026519	0,397781
Shannon	Marzo	Agosto	4	4	0,028571	0,397781
Shannon	Abril	Julio	4	4	0,026519	0,397781
Shannon	Mayo	Julio	4	4	0,054514	0,599659
Shannon	Abril	Septiembre	4	2	0,085152	0,851524
Shannon	Mayo	Septiembre	4	2	0,085152	0,851524
Shannon	Julio	Agosto	4	4	0,114286	0,914286
Shannon	Marzo	Septiembre	4	2	0,133333	0,933333
Shannon	Marzo	Julio	4	4	0,485714	1
Shannon	Abril	Mayo	4	4	0,28814	1
Shannon	Abril	Agosto	4	4	0,88242	1
Shannon	Mayo	Agosto	4	4	0,459597	1
Shannon	Julio	Septiembre	4	2	0,8	1
Shannon	Agosto	Septiembre	4	2	0,266667	1
Margalef	Abril	Mayo	4	4	0,022836	0,342543
Margalef	Marzo	Abril	4	4	0,026519	0,371262
Margalef	Marzo	Mayo	4	4	0,026519	0,371262
Margalef	Marzo	Agosto	4	4	0,028571	0,371262
Margalef	Abril	Julio	4	4	0,026519	0,371262
Margalef	Mayo	Julio	4	4	0,026519	0,371262
Margalef	Mayo	Agosto	4	4	0,026519	0,371262
Margalef	Julio	Agosto	4	4	0,028571	0,371262
Margalef	Mayo	Septiembre	4	2	0,085152	0,596067
Margalef	Marzo	Septiembre	4	2	0,133333	0,8

Margalef	Julio	Septiembre	4	2	0,133333	0,8
Margalef	Marzo	Julio	4	4	0,685714	1
Margalef	Abril	Agosto	4	4	0,88242	1
Margalef	Abril	Septiembre	4	2	1	1
Margalef	Agosto	Septiembre	4	2	0,8	1
Simpson_1D	Marzo	Abril	4	4	0,026519	0,397781
Simpson_1D	Marzo	Mayo	4	4	0,026519	0,397781
Simpson_1D	Marzo	Agosto	4	4	0,028571	0,397781
Simpson_1D	Mayo	Julio	4	4	0,054514	0,654174
Simpson_1D	Abril	Septiembre	4	2	0,085152	0,936676
Simpson_1D	Marzo	Julio	4	4	0,485714	1
Simpson_1D	Marzo	Septiembre	4	2	0,133333	1
Simpson_1D	Abril	Mayo	4	4	0,28814	1
Simpson_1D	Abril	Julio	4	4	0,18315	1
Simpson_1D	Abril	Agosto	4	4	1	1
Simpson_1D	Mayo	Agosto	4	4	0,18315	1
Simpson_1D	Mayo	Septiembre	4	2	0,218819	1
Simpson_1D	Julio	Agosto	4	4	0,2	1
Simpson_1D	Julio	Septiembre	4	2	0,8	1
Simpson_1D	Agosto	Septiembre	4	2	0,533333	1

**Anexos 5.** Prueba estadística de permutación bajo el modelo RDA (**PERMANOVA**). Número de permutaciones: 999

**Modelo General: rda (fórmula = Y ~ Salinidad + Temperatura + pH, data = Xz)**

	GL	Varianza	F	Probabilidad(>F)
<b>Model</b>	3	0.27395	2.961	0.052
<b>Residual</b>	18	0.55513		
<b>Signif. codes</b>	0 ‘***’	0.001 ‘**’	0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’	0.1 ‘ ’ 1

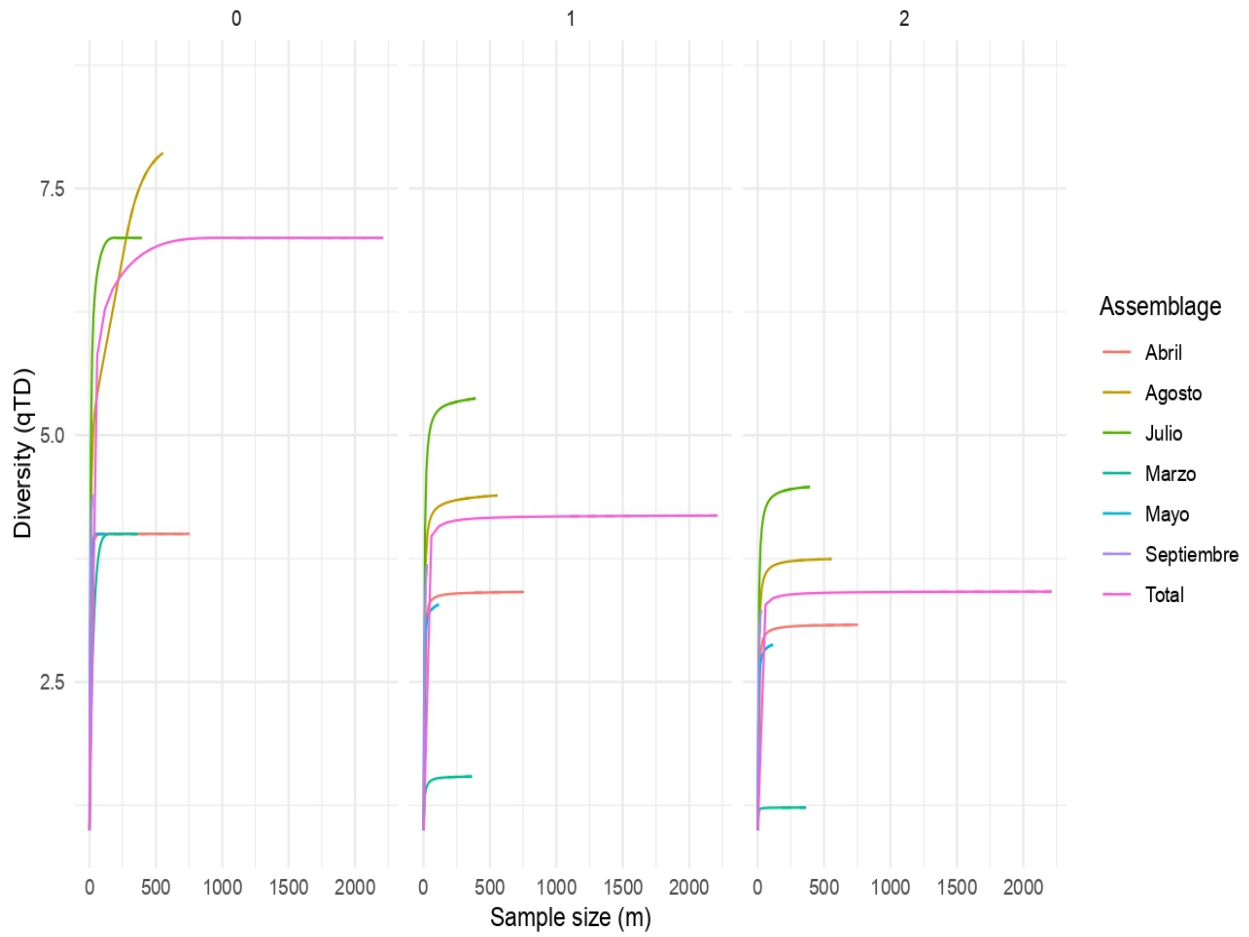
**Modelo aditivo por términos: rda (fórmula = Y ~ Salinidad + Temperatura + pH, data = Xz)**

	Df	Variance	F	Pr(>F)
<b>Salinidad</b>	1	0.09820	3.1841	0.079.
<b>Temperatura</b>	1	0.16897	5.4789	0.032 *
<b>pH</b>	1	0.00678	0.2199	0.696
<b>Residual</b>	18	0.55513		

**Anexos 6.** De extrapolaciones de las comunidades del zooplancton en los meses de marzo, abril, mayo, julio, agosto y septiembre, en el eje “X” se observa la extrapolación del tamaño de la

muestra estimada el eje "Y" el índice de biodiversidad: Shannon 0, Simpson 1 y Riqueza de especies 2.

TD diversity estimates (rarefaction/extrapolation)

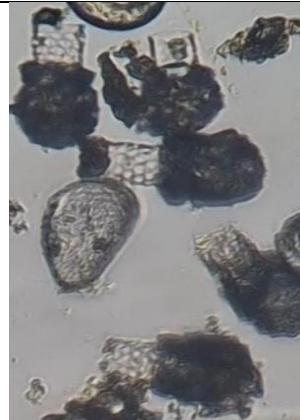


**Anexos 7. Grupos menores del estudio**

			
<p>Copéodos</p>	<p>Metazoos sp</p>	<p>Nauplio sp</p>	<p>Meroplancton sp</p>
			
<p>Copéodos sp</p>	<p>Metazoos sp</p>	<p>Copéodos sp</p>	<p>Meroplancton sp</p>
			
<p>Copéodo adulto</p>	<p>Metazoos sp</p>	<p>Copéodos sp</p>	<p>Meroplancton sp</p>



Artodiaptomus sp



Metazoos sp



Copéodos sp



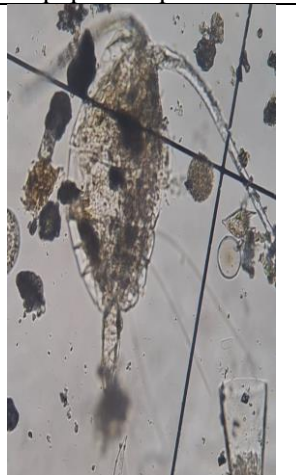
Anélidos sp



Copéodos sp



Metazoos sp

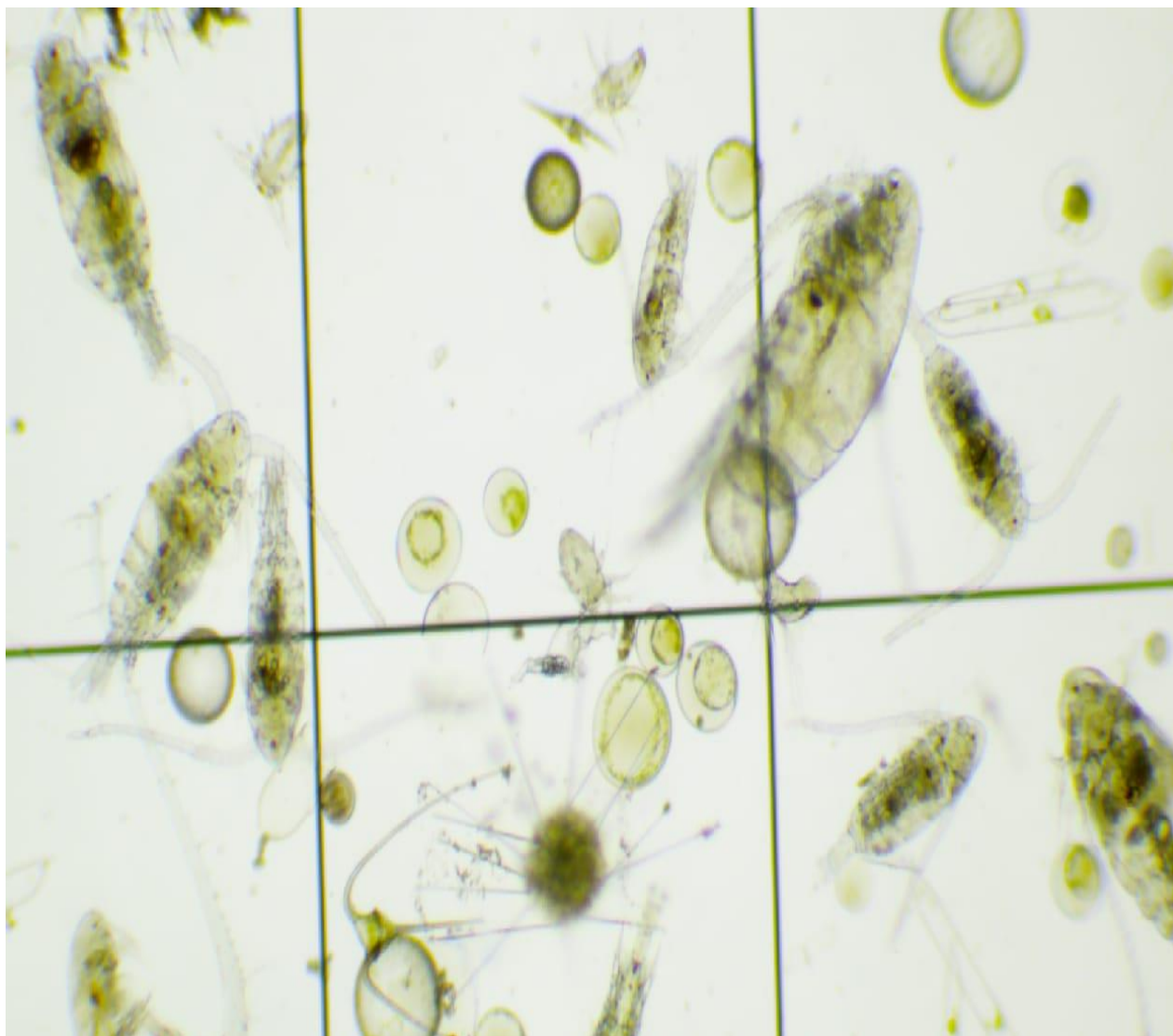


Copéodos sp



Meroplancton sp

**Anexos 8.** *Diversidad de zooplancton del estudio*



**Anexos 9.** *Malla de arrastre para muestra de plancton.*



**Anexos 10.** *Recolección del plancton.*



**Anexos 11.** *Toma de parámetros físicos y químicos em situ del estudio realizado.*



**Anexos 12.** *Identificación del zooplancton en laboratorio.*



**Anexos 13.** *Muestra en la cámara de Rafter.*



**Anexos 14.** *Datos de identificación del zooplancton.*

