



Uleam
UNIVERSIDAD LAICA
ELOY ALFARO DE MANABÍ

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

EXTENSIÓN PEDERNALES

FACULTAD DE BIOLOGIA

Carrera de Biología

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE
BIOLOGIA**

TITULO:

Variación estacional de la composición y abundancia del Fitoplancton valorada en una zona de concesión de ostras del Pacífico (*Magallana gigas*) en Cañaveral, Cojimíes 2025.

AUTOR (A)

Cruzatty Moreira José Gregorio

TUTOR (A)

Winer Daniel Reyes Corral

PEDERNALES –MANABÍ –ECUADOR

2026

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía, mi fortaleza y la luz que ha orientado cada paso en este camino académico y profesional.

A mi esposa, Jeanina López por su amor incondicional, paciencia y apoyo constante durante cada etapa de este proceso; por ser mi compañera fiel en los momentos de esfuerzo y sacrificio.

A mis hijas, Zamira y Zamara quienes son mi mayor motivación y la razón que impulsa cada uno de mis logros; que este esfuerzo sea un ejemplo de perseverancia y dedicación para sus vidas.

A mis suegros, Amparo y Armando, por su respaldo, confianza y palabras de aliento que me motivaron a continuar hasta alcanzar esta meta.

A mis cuñados, Jandry Jair y Carmita por su apoyo, ánimo constante y por estar presentes brindándome motivación en los momentos más exigentes de este proceso académico.

A mis padres, Alba y Rodrigo por haberme formado con valores, disciplina y responsabilidad, sembrando en mí el deseo de superación y crecimiento profesional.

A mis hermanos, por su apoyo fraterno, confianza y constante motivación, acompañándome siempre en cada desafío.

JOSE GREGORIO CRUZATTY MOREIRA

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, por brindarme salud, sabiduría y fortaleza para culminar esta importante etapa de mi formación profesional.

A mi tutor, Biólogo Daniel Reyes Corral, Mg., por su guía, orientación académica y acompañamiento constante durante el desarrollo de esta investigación, aportando con sus conocimientos y experiencia científica a la culminación exitosa de este trabajo.

También al Biólogo Juan Carlos Murillo, Mg., por su apoyo, recomendaciones y valiosos aportes académicos que fortalecieron el proceso investigativo.

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión Pedernales, por abrirme las puertas para mi formación profesional y brindarme los conocimientos necesarios para alcanzar esta meta.

JOSE GREGORIO CRUZATTY MOREIRA

CERTIFICACION DE APROBACION DEL TRABAJO DE TITULACION

El tribunal evaluador

Certifica:

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

“VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DEL FITOPLANCTON VALORADA EN UNA ZONA DE CONCESIÓN DE OSTRAS DEL PACÍFICO (*MAGALLANA GIGAS*) EN CAÑAVERAL, COJIMÍES 2025”.

Realizado y concluido por el Sr. José Gregorio Cruzatty Moreira 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



Blga. Cecibel Tenelema Delgado Mg.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



Ing. Luis Madrid Jiménez PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

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 **Cruzatty Moreira José Gregorio**, legalmente matriculado/a en la carrera de Biología, período académico 2025-2026, cumpliendo el total de 400 horas, cuyo tema del proyecto es "**Variación estacional de la composición de especies y abundancia del Fitoplancton valorada en una zona de concesión de ostras (*Magallana gigas*) en Cañaveral, Cojimíes 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

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Por medio del presente, yo Cruzatty Moreira José Gregorio en calidad de estudiante, certifico que he sido el autor principal y responsable del proyecto de investigación titulado “Variación estacional de la composición y abundancia del Fitoplancton valorada en una zona de concesión de ostras del Pacífico (*Magallana gigas*) en Cañaveral, Cojimíes 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:



Cruzatty Moreira José Gregorio

TABLA GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
CERTIFICACION DE APROBACION DEL TRABAJO DE TITULACION	iv
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	v
AUTORIA DE RESPONSABILIDAD	vi
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	ix
RESUMEN	xi
ASBTRACT	xii
1.1. CAPITULO 1 CONTEXTUALIZACION DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.2. introducción	1
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.4. HIPOTESIS	4
1.4.1 Hipótesis (Ho):	4
1.4.2. Hipótesis (Hi):	4
1.5. VARIABLES	5
1.5.1. Variable independiente	5
1.5.1.1. Parámetros ambientales:	5
1.5.2.1. Variable dependiente:	5
1.6. OBJETIVOS	5
1.5.1 Objetivo General:	5
1.5.2. Objetivos Específicos:	5
1.6. JUSTIFICACION DEL PROYECTO	6
1.7. MARCO TEÓRICO	7
1.7.1. Antecedentes:	7
CAPITULO 2: DESARROLLO METADOLOGICO	14
2. METODOLOGIA	14
2.1. Área de estudio	14
2.3. Diseño de la investigación	15

2.4. Métodos de investigación	16
2.6. Recolección de muestras	17
2.7. Fase de Laboratorio:	18
2.8. Análisis de datos	18
2.8.1. Organización de los datos	18
2.8.2. Índices de biodiversidad	19
2.9. Análisis de Redundancia	20
3. CAPITULO: 3 RESULTADOS Y DISCUSION	21
3.1. Composición de especies y abundancia relativa	21
3.2. Índices de biodiversidad y sus cambios temporales	23
Riqueza (S) y riqueza específica (Margalef)	23
Biodiversidad (H') y diversidad de Simpson (1 - D)	24
Equidad (J') y dominancia (D de Simpson)	24
Dominancia	25
9.3. Impacto de las variables ambientales en la biodiversidad	26
3.1. DISCUSIÓN	28
3.2. Características generales del fitoplancton en Cañaverál	28
3.3. Temperatura y control térmico del fitoplancton	29
3.4. Salinidad y dinámica estuarina	29
3.5. El pH y estabilidad química del sistema	30
3.6. Estacionalidad y heterogeneidad espacial	31
3.7. Implicaciones para <i>Magallana gigas</i>	32
3.9. RECOMENDACIONES	33
3.10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	35
3.11. ANEXOS	41

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción taxonómica de fitoplancton. Adoptado de Vázquez et al.,(2021).....	9
Tabla 2. de frecuencia de muestreo mensual de marzo hasta septiembre.....	17
Tabla 3. Composición de las especies (%) de fitoplancton encontradas durante el estudio en la zona de Cañaveral.....	22
Tabla 4. Índices de biodiversidad de fitoplancton para la zona de Cañaveral, Cojimíes, para el año 2025.....	25

Índice de figuras

Figura 1. El (Instituto Geográfico Nacional) representa la ubicación del área del estudio, zona costera de Cañaveral, se muestran los puntos de muestreo y el área de la zona de maricultura de las otras Magallana gigas.	15
Figura 2. Índices de biodiversidad más importantes comparados por estación climática (lluviosa y seca).	26
Figura 3. Análisis de Redundancia (RDA) para la relación de los índices de biodiversidad (Shannon, Simpson y Margalef) con los predictores ambientales como el pH, la temperatura superficial del mar y la salinidad.	27

Índice de anexos

Anexos 1. Matriz base para generar los índices de biodiversidad en el estudio. Los valores indican abundancia relativa por especies en número de células por cada 4 ml (debido al conteo total en 4 muestras de 1 ml).	41
Anexos 2. Toma de muestra en el área de concesión de las ostras del Pacífico	42
Anexos 3. Muestra recolecta y transportando a envase estéril	43
Anexos 4. Toma de parámetro físico-químico con la ayuda del multiparámetro	44
Anexos 5. Análisis en microscopio.....	45
Anexos 6. Conteo de fitoplancton con la ayuda de la cámara de Rafter, pudimos visualizar las características morfológicas de las especies en donde se utilizó una cámara de microscopio (SWIFTCAM SC2003).....	46
Anexos 7. extrapolaciones de la diversidad de la comunidad de fitoplancton de los meses de abril a septiembre en el eje x se muestra tamaño de la muestra estimada y en el eje y el valor de índice de diversidad. Shanon (0) Simpson (1) Riqueza de especie (2) las predicciones indican que las comunidades convergen nuestra muestra representativa a las comunidades	47

RESUMEN

El plancton ocupa un rol esencial en la cadena alimentaria, por lo que son muy considerados indicadores de la productividad de nuestros ecosistemas marinos, el presente estudio tuvo como objetivo determinar la variación estacional de la composición, abundancia y biodiversidad del fitoplancton en una zona de concesión de cultivo de ostras del Pacífico (*Magallana gigas*) ubicada en Cañaveral, parroquia Cojimíes, provincia de Manabí, durante el año 2025, y evaluar la relación con las variables fisicoquímicas del agua

Los muestreos se desarrollaron mensualmente desde marzo a septiembre de 2025, durante la estación lluviosa y la estación seca, la colecta del fitoplancton se efectuó por medio de arrastres superficiales, y las muestras fueron analizadas en laboratorio mediante la cámara de recuento Sedgwick-Rafter para lograr la identificación y cuantificación de los organismos. Se calcularon índices de biodiversidad (Shannon-Wiener, Simpson, Pielou y Margalef) y se aplicó un análisis estadístico de Redundancia (RDA) con el fin de evaluar la influencia de la temperatura superficial del mar, salinidad y pH sobre la composición y estructura de la comunidad fitoplanctónica.

Los resultados evidenciaron una clara variabilidad estacional, con numerosos valores de riqueza y diversidad durante la estación seca, específicamente en el mes de julio, y así con una mayor dominancia de pocos géneros durante la estación lluviosa, especialmente en marzo, el género *Coscinodiscus* presenta dominancia durante todo el periodo de estudio, el análisis RDA demostró que la temperatura y la salinidad fueron la responsable de la proporción de la variación en los índices de biodiversidad del fitoplancton.

Palabras claves: Fitoplancton, biodiversidad, abundancia, maricultura, Cañaveral, Cojimíes.

ASBTRACT

The plankton plays an essential role in the food chain, and is therefore highly regarded as an indicator of the productivity of our marine ecosystems. The objective of this study was to determine the seasonal variation in the composition, abundance, and biodiversity of phytoplankton in an Pacific oyster farming concession area located in Cañaveral, Cojimíes parish, Manabí province, during the year 2025, and to evaluate the relationship with the physicochemical variables of the water.

Sampling was carried out monthly from March to September 2025, during the rainy and dry seasons. Phytoplankton was collected by surface trawling, and the samples were analyzed in the laboratory using a Sedgwick-Rafter counting chamber to identify and quantify the organisms. Biodiversity indices (Shannon-Wiener, Simpson, Pielou, and Margalef) were calculated, and a Redundancy Analysis (RDA) was applied to evaluate the influence of sea surface temperature, salinity, and pH on the composition and structure of the phytoplankton community.

The results showed clear seasonal variability, with numerous values of richness and diversity during the dry season, specifically in July, and thus with a greater dominance of a few genera during the rainy season, especially in March. The genus *Coscinodiscus* was dominant throughout the study period, and the RDA analysis showed that temperature and salinity were responsible for the proportion of variation in phytoplankton biodiversity indices.

Keywords: Phytoplankton, biodiversity, abundance, mariculture, Reedbed, Cojimíes

1.1.CAPITULO 1 CONTEXTUALIZACION DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.introducción

El plancton desempeña un papel fundamental en la cadena trófica y constituye un indicador clave a la productividad en ecosistemas marinos, costeros y continentales. Además de sustentar las pesquerías, actúa como modulador de los ciclos biogeoquímicos globales y del clima del planeta (Bucheli et al., 2022).

El fitoplancton es esencial para la biodiversidad marina debido a su participación en redes tróficas, asociaciones simbióticas y en los ciclos bioquímicos del carbono, nitrógeno, fósforo y sílice, asimismo, contribuye aproximadamente con el 50% del oxígeno atmosférico a través de la fotosíntesis (Escarrá, 2017).

La biodiversidad específica del fitoplancton puede constituir un criterio valioso para caracterizar el estado trófico de los sistemas acuáticos y para deducir la estructura de las comunidades acuáticas. Las variaciones en el estado trófico se evidencian de manera clara en la estructura de la comunidad zoo planctónica y en las relaciones zooplancton-fitoplancton. (Hairston, 1996).

El fitoplancton está compuesto por una amplia gama de organismos fotosintéticos microscópicos que habitan en la zona fótica de los ecosistemas acuáticos. Su función ecológica es esencial, ya que constituye el nivel trófico primario, siendo la base de la cadena alimentaria acuática. A través del proceso de fotosíntesis, el fitoplancton convierte la energía solar en compuestos orgánicos, produciendo aproximadamente el 50% del oxígeno atmosférico (López, 2019).

El fitoplancton constituye la base para la cadena alimentaria para el zooplancton, conformando el primer eslabón de la red trófica acuática. Estos microorganismos fotosintéticos no

solo sostienen a los organismos del zooplancton heterótrofo, sino que también actúan como principal recurso trófico de bivalvos filtradores, como las ostras del Pacífico (*Magallana gigas*). Esta especie está estrechamente directamente asociada a la disponibilidad y calidad del fitoplancton en el agua para su principal crecimiento, reproducción y además supervivencia. Múltiples estudios han demostrado que la composición del fitoplancton es un factor que influye significativamente en la tasa de filtración, la eficiencia alimentaria y el desarrollo larval de *Magallana gigas* (Jiang et al., 2019).

La ostra del Pacífico (*Magallana gigas*) tiene origen en Japón, es conocida como el ostión japonés, que habita en ambientes estuarinos y presenta preferencia por sustratos firmes para su fijación y desarrollo sedentario. Durante su fase larval, se adhiere a piedras, conchas u otros sustratos disponibles en zonas intermareal con una profundidad aproximada de 40 a 50 metros (FAO, 2025).

En el Ecuador su cultivo de esta especie se inició a través del Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM) la cual fue importada desde Chile; aunque en sus inicios la actividad no tuvo desarrollo esperado por el limitado conocimiento técnico y aceptación del producto, con el tiempo ha mostrado una evolución favorable en los mercados nacionales e internacionales (Alvarez et al, 2008).

En este contexto, comprender la dinámica del fitoplancton resulta fundamental, ya que constituye la principal fuente de alimento de *Magallana gigas* y un factor determinante para su crecimiento, supervivencia y rendimiento productivo. Por ello, el presente estudio se orienta a determinar la abundancia de fitoplancton en la zona de Cañaverál, analizando su relación con los parámetros ambientales y evaluando su variabilidad estacional en el área de cultivo de ostras. De manera específica, se busca cuantificar las especies de fitoplancton presentes, examinar la

influencia de las condiciones ambientales sobre sus patrones de abundancia y evaluar los cambios estacionales en la biodiversidad del fitoplancton, con el fin de generar información científica que contribuya al manejo sostenible del cultivo marino de las ostras del Pacífico.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El fitoplancton es fundamental en la alimentación de las ostras del Pacífico

(*Magallana gigas*) en los cultivos marinos. La calidad y cantidad de fitoplancton puede tener efectos positivos y negativos en el crecimiento y supervivencia de las ostras del Pacífico, Por ejemplo, la abundancia de dinoflagelados tóxicos puede producir la floración de marea roja, el cual puede ocasionar una alta mortalidad en los cultivos; por otro lado, la abundancia de diatomeas, son indicadores de una buena salud del ecosistema y, por consiguiente, esto repercute en una alta tasa de crecimiento de las ostras del Pacífico (Tapia et al., 2023).

La importancia del fitoplancton marino ha sido enfatizada en diversas obras en todo el mundo, ya que es responsable de más de 45% de la producción primaria neta del planeta, el fitoplancton es un indicador asociado a la escala de productividad, misma que, es de gran importancia en un ecosistema marino que comprende una porción destacada de organismos productores primarios del océano y es el alimento básico para consumidores heterótrofos, de los grandes grupos de zooplancton como los copépodos, cladóceros, larvas de peces, entre otros, y puede llegar a determinar la riqueza específica de los niveles tróficos superiores. La abundancia y composición marina de especies del fitoplancton dependen mucho del tiempo, espacio y de las condiciones óptimas para su proliferación es así, que estos organismos fitoplanctónicos están compuestos principalmente por un gran número de diatomeas y dinoflagelados entre otros (Ramírez et al., 2006).

Este estudio tuvo como finalidad abordar la falta de conocimiento sobre la dinámica de fitoplancton en la zona de Cañaveral del cultivo de ostras del Pacífico (*Magallana gigas*) proporcionando información valiosa que permita establecer estrategias efectivas de manejo y monitoreo, beneficiando al grupo de personas que integran el proyecto ISOSPAM, en la maricultura de cultivo de ostras de Pacífico, también es importante determinar que especies tales como fitoplancton son utilizadas como indicadores biológicos ante cualquier cambio físico químico del medio, teniendo en consideración los eventos ENOS (Asencio et al., 2015).

Una de las cualidades del evento El Niño (eventos cálidos) es el decrecimiento poblacional del grupo de las diatomeas y un notable crecimiento poblacional de los dinoflagelados dado que estos organismos tienen un estricto requerimiento de salinidad, temperatura y oxígeno; los cambios en la comunidad microalgas ante las variables ambientales (Beltrán, 2024).

1.4.HIPOTESIS

¿Cuál es la abundancia y biodiversidad de la comunidad de fitoplancton en la zona de concesión de cultivo de *Magallana gigas* en cañaveral?

1.4.1 Hipótesis (H₀):

Los índices de biodiversidad del fitoplancton se mantienen estables y no cambian por efecto de la temperatura superficial del mar, la salinidad, el pH y la temporalidad en la zona concesionada para el cultivo de ostras del Pacífico.

1.4.2. Hipótesis (H₁):

Los índices de biodiversidad de fitoplancton cambian significativamente por efecto de la temperatura superficial del mar, la salinidad y la temporalidad en la zona concesionada de cultivo de ostras del Pacífico.

1.5.VARIABLES

1.5.1. Variable independiente

1.5.1.1.Parámetros ambientales:

- Temperatura superficial del océano Pacífico (°C)
- Salinidad (ppt)
- pH (escala del 0 al 14)
- Estación climática (invierno y verano)

Meses (marzo a septiembre)

1.5.2.1. Variable dependiente:

- Abundancia total (N)
- Riqueza (S)
- Índices de biodiversidad (H', 1-D, J', Margalef)

1.6. OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General:

Determinar la biodiversidad del fitoplancton en la zona de Cañaveral, analizando su relación con los parámetros ambientales y su variabilidad estacional en el área de cultivo de ostras del Pacífico (*Magallana gigas*).

1.5.2. Objetivos Específicos:

- Identificar el fitoplancton, cuantifica los índices de biodiversidad y la composición de especies presentes en la zona de Cañaveral- Cojimies.
- Analizar la relación entre los parámetros ambientales y los índices de biodiversidad del fitoplancton.

- Evaluar la variabilidad estacional y sus efectos en la biodiversidad del fitoplancton en el área de influencia del cultivo de ostras (*Magallana gigas*).

1.6. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

En cañaveral es una zona alta en productividad fitoplanctónica se sabe que existe una gran abundancia de especies (Pennington et al., 2006). Pero lo que no se sabe es que, cantidad o abundancia de fitoplancton existe en esta zona de concesión de ostras del Pacífico existe. Por lo tanto, conocer a la productividad del área concesionada es crucial para entender si las ostras del Pacífico pueden alimentarse naturalmente, aún no se han realizado este tipo de investigación en esta zona por lo que buscamos investigar (*Inicio Isospam | ISOSPAM, 2023*).

El fitoplancton representa el fundamento de las cadenas alimenticias en ambientes marinos y estuarinas, desempeñando un rol esencial en la productividad primaria de los ecosistemas acuáticos. Su abundancia es específica y presentan una composición marcada a las variaciones estacionales, influenciadas por factores ambientales como la temperatura, salinidad, disponibilidad de nutrientes y luminosidad (López, 2019).

En el territorio de concesión ubicada en Cañaveral, parroquia Cojimíes, se considera una area de importancia estratégica para el cultivo de ostras del Pacífico, donde la accesibilidad es garantizada del fitoplancton determina de forma directa el desarrollo, supervivencia y rendimiento de los cultivos. Estudios previos han demostrado que una dieta Fitoplanctónica adecuada es crucial para la fisiología reproductiva, inmunológica y metabólica de los bivalvos cultivados, existen regiones del mundo donde la composición, abundancia, y diversidad de fitoplancton son aún desconocidos., especialmente en ambientes no estudiados como en Cañaveral Cojimíes Ecuador (Morales et al., 2001).

1.7.MARCO TEÓRICO

1.7.1. Antecedentes:

Según expertos en los últimos años han observado frecuentemente fitoplancton y creen que se puede esperar el incremento de incidencias de estos eventos con relación al cambio climático dichos crecimientos masivos de fitoplancton pueden ser beneficioso o perjudiciales para el ecosistema (Bucheli et al., 2022).

El daño ambiental aumenta en todo el mundo, principalmente por actividades humanas, y el crecimiento poblacional, los desarrollos costeros mal gestionados provocan degradación de habitats costeros, el conocimiento de la biodiversidad de las comunidades marinas de microorganismos ha adquirido una gran importancia. Una comunidad singular por su naturaleza y papel funcional en el ecosistema pelágico es el fitoplancton marino, constituido por especies de linajes algales y protistas, muy diversas en características de tallas y formas (Hernández, 2013).

En la zona costera de Cojimíes, provincia de Manabí, las comunidades locales, como la de Cañaverale, han implementado el cultivo marino de ostras del Pacífico como una estrategia de desarrollo sostenible ante la disminución de los recursos pesqueros tradicionales debido a la sobrepesca (FAO, 2025).

Las comunidades de fitoplancton se detectan en interacción con condiciones bióticas y abióticas, las variables abióticas más relevantes en el desarrollo de las especies de fitoplancton son iluminación solar, temperatura, pH, salinidad y disponibilidad de nutrientes. Estos factores varían según las características de los acuacuarios, y a ellos se encuentran asociados una composición específica de microalgas (Antón, 2011).

Los cambios de las condiciones físico-químicas del agua pueden ser detectados tempranamente a través de la composición y abundancia de las comunidades de fitoplancton, pues son factores medibles en la unidad del tiempo, la función de esta peculiaridad se ha podido determinar el estado de la cadena trófica de un sistema acuático marino a partir del estudio de la ecología del fitoplancton (Encina, 2020).

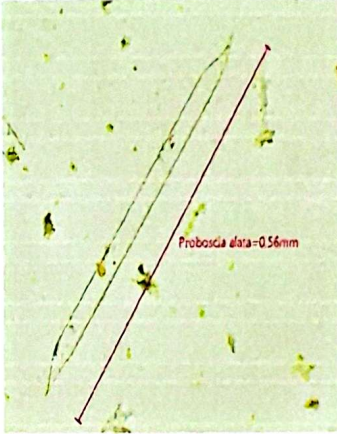
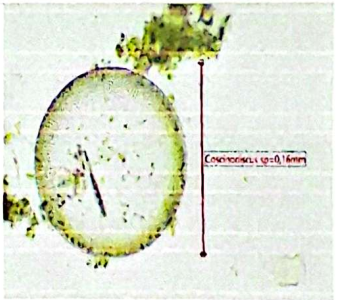
Los indicadores climáticos que condicionan el clima de forma directa de la región costera del Ecuador y en especial del clima en Manabí, son la corriente fría del Sur, conocida también como de Humboldt, y la corriente cálida de El Niño. La corriente de Humboldt marca el período frío y seco para Manabí, que empieza a tener efecto a partir de mediados de junio hasta fines de noviembre o mediados de diciembre, en esta época la temperatura de la superficie del agua del océano Pacífico varía entre 23 y 25 °C. A partir de mediados o fines de diciembre hasta mayo, empieza a manifestarse paulatinamente la denominada corriente cálida de El Niño procedente del noroeste o del oeste, denominada así porque como aparece en diciembre, en época de la celebración de la Navidad. Esta corriente desplaza hacia el sur a la corriente fría de Humboldt, además en esta época el agua de la superficie del mar se calienta con temperaturas que varían entre 25.5 y 27 °C (Fermín et al., 2018).

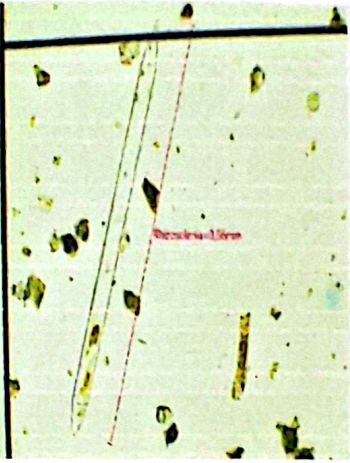
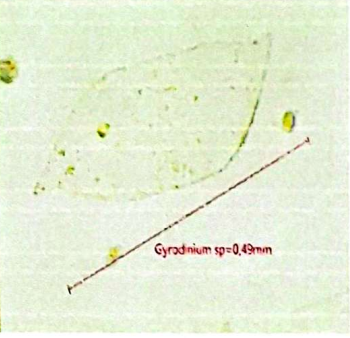
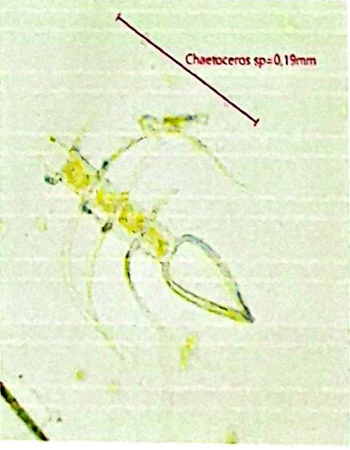
Según Metzeltin et al., (2003) en esta investigación se encontraron principalmente diatomeas, dinoflagelados y cianobacteria, descritos en la (tabla1). Las diatomeas son microorganismos unicelulares microscópicos, generalmente de color marrón, que presentan una estructura rígida de sílice denominada frústulo. Su origen se remonta al período Jurásico, hace aproximadamente 200 millones de años, y actualmente se conocen numerosas especies.

Los dinoflagelados son microorganismos unicelulares de tipo eucariota que se encuentran principalmente en ambientes marinos. Estos organismos presentan diversas características que los distinguen de otros microorganismos acuáticos. Además, cumplen un papel fundamental en la

cadena alimentaria de los ecosistemas acuáticos, ya que actúan como productores primarios (Beltrán, 2024).

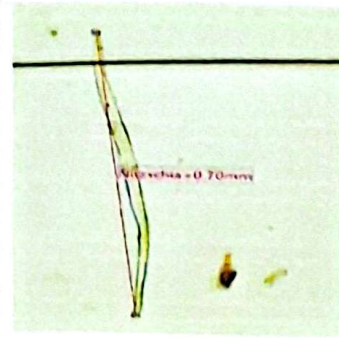
Tabla 1. Descripción taxonómica de fitoplancton. Adoptado de Vázquez et al.,(2021)

ESPECIE	DESCRIPCIÓN	ANEXOS
<p>NOMBRE: <i>Proboscia alata</i> sp</p> <p>CLASE: Coccinodiscophyceae</p> <p>SUBCLASE: Rhizosoleniophycidae</p> <p>ORDEN: Rhizosoleniales</p> <p>FAMILIA: Rhizosoleniaceae</p>	<p>Celulas solitarias en cadenas. Poseen una gran longitud, con forma alargada y valvas cónicas que terminan en una proboscis. Posee cloroplastos en toda la célula.</p>	
<p>NOMBRE: <i>Coccinodiscus</i> sp</p> <p>CLASE: Coccinodiscophyceae</p> <p>SUBCLASE: Chaetocerotophycidae</p> <p>ORDEN: Coccinodiscales</p> <p>FAMILIA: Coccinodiscaceae</p>	<p>Celulas cilíndricas solitarias. En vista valvar circulares y en vista cingular se observa la orilla correspondiente a la superficie valvar, muy convexa. Areolas muy pequeñas radiales del centro de la valva con una roseta notoria.</p>	

<p>NOMBRE: <i>Rhizosolenia sp</i></p> <p>CLASE: Coscinodiscophyceae</p> <p>SUBCLASE: Rhizosoleniophycidae</p> <p>ORDEN: Rhizosoleniales</p> <p>FAMILIA: Rhizosoleniaceae</p>	<p>Células cilíndricas y angostas. Las valvas son cónicas y se extienden en procesos muy largos. Presenta numerosos cloroplastos y cromatóforos posicionados de forma irregular en toda célula.</p>	
<p>NOMBRE: <i>Gyrodinium sp</i></p> <p>CLASE: Dinophyceae</p> <p>SUBCLASE: Gymnodiniophycidae</p> <p>ORDEN: Gymnodiniales</p> <p>FAMILIA: Gymnodiniaceae</p>	<p>Célula solitaria de tamaño grande, fusiforme. La superficie de las células es estriada. El epicono triangular, con el borde apical generalmente agudo.</p>	
<p>NOMBRE: <i>Chaetoceros sp</i></p> <p>CLASE: Coscinodiscophyceae</p> <p>SUBCLASE: Chaetocerotophycidae</p> <p>ORDEN: Chaetocerotales</p> <p>FAMILIA: Chaetocerotaceae</p>	<p>Células que forman cadenas rectas. Se unen a través de las setas y las valvas de células adyacentes dejan un pequeño espacio entre ellas. Se caracteriza por tener setas terminales modificadas.</p>	

NOMBRE: *Nitzschia sp*
CLASE: Bacillariophyceae
SUBCLASE:
 Bacillariophycidade
ORDEN: Bacillariales
FAMILIA: Bacillariaceae

Celulas solitarias de gran extensión, de forma alargadas con extremos lanceolados. En la parte central de la valva se observa un ensanchamiento y hacia los extremos se adelgaza.



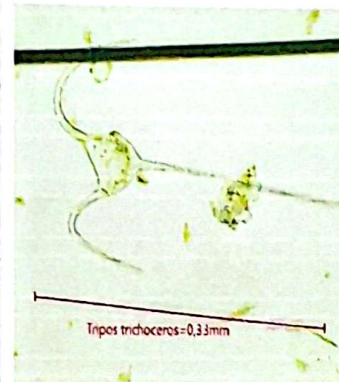
NOMBRE: *Pleurosigma sp*
CLASE: Bacillariophyceae
SUBCLASE:
 Bacillariophycidade
ORDEN: Naviculales
FAMILIA:
 Pleurosigmataceae

Células solitarias. Tienen forma lanceolada, muy ligeramente sigmoide, siendo más anchas en el centro y con los extremos redondeados.



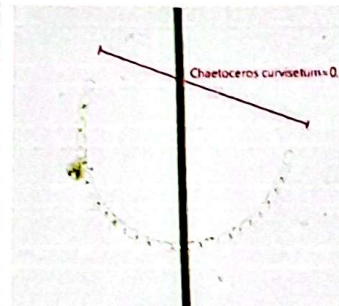
NOMBRE: *Tripes trichoceros sp*
CLASE: Dinophyceae
SUBCLASE:
 Gymnodiniophycidae
ORDEN: Gonyaulacales
FAMILIA: Ceratiaceae

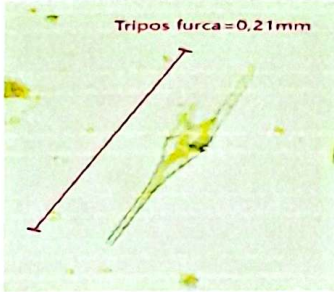
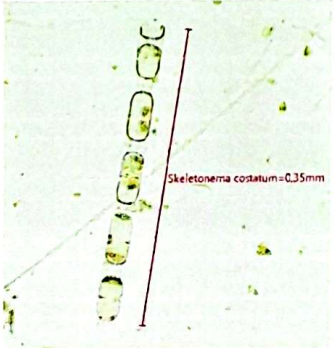
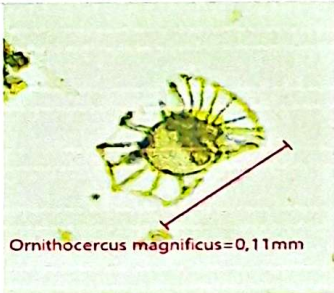
Células grandes. De cuerpo pequeño y cuernos largos y delgados. La epiteca es triangular con bordes rectos el cuerno apical es largo, recto y angosto.

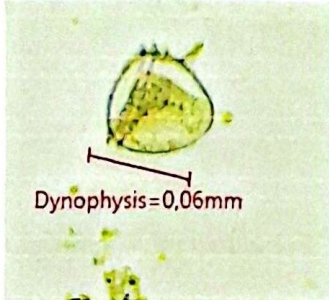
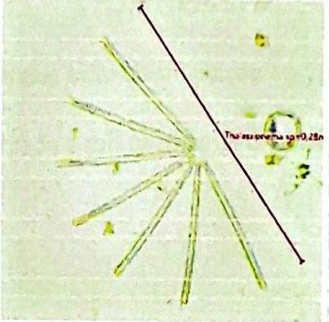
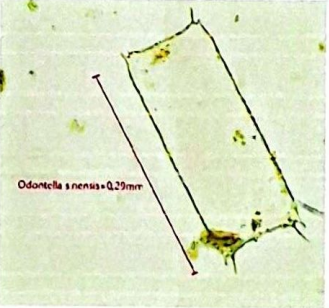


NOMBRE: *Chaetoceros curvisetus sp*
CLASE:
 Coscinodiscophyceae
SUBCLASE:
 Chaetocerotophycidae
ORDEN: Chaetocerotales

Células que forman cadenas curvas o en espiral. Se unen a través de las setas por su base y las células adyacentes dejan un espacio grande entre ellas. La superficie valvar es convexa.



<p>FAMILIA: Chaetocerotaceae</p> <p>NOMBRE: <i>Tripos furca</i> sp</p> <p>CLASE: Dinophyceae</p> <p>SUBCLASE: Gymnodiniphycidae</p> <p>ORDEN: Gonyaulacales</p> <p>FAMILIA: Ceratiaceae</p>	<p>Células grandes. La epiteca es triangular y se proyecta apicalmente para formar el cuerno apical que es corto y robusto.</p>	
<p>NOMBRE: <i>Skeletonema costatum</i> sp</p> <p>CLASE: Coscinodiscophyca</p> <p>SUBCLASE: Gymnodiniphycidae</p> <p>ORDEN: Gonyaulacales</p> <p>FAMILIA: Ceratiaceae</p>	<p>Células formando cadenas. Tienen formas cilíndricas con las caras de las valvas ligeramente convexas. Presentan un anillo de procesos tubulares cerca del manto.</p>	
<p>NOMBRE: <i>Ornithocercus magnificus</i> sp</p> <p>CLASE: Dinophyceae</p> <p>SUBCLASE: Gymnodiniphycidae</p> <p>ORDEN: Dinophysiales</p> <p>FAMILIA: Dinophysaceae</p>	<p>Células de forma circular en vista lateral, con un cuerpo relativamente pequeño respecto al tamaño total de la célula. La epiteca es reducida. Aletas cingulares muy desarrolladas.</p>	

<p>NOMBRE: <i>Dinophysis sp</i></p> <p>CLASE: Dinophyceae</p> <p>SUBCLASE: Gymnodinophycidae</p> <p>ORDEN: Dinophysiales</p>	<p>Células solitarias o en pares, de talla mediana a grande y forma rectangular en vista lateral. La epiteca es reducida y no sobresale de la aleta cingular.</p>	 <p>Dinophysis=0,06mm</p>
<p>NOMBRE: <i>Thalassionema sp</i></p> <p>CLASE: Bacillariophyceae</p> <p>SUBCLASE: Fragilariophycidae</p> <p>ORDEN: Thalassionematales</p> <p>FAMILIA: Thalassionemataceae</p>	<p>Células en colonias en forma de estrella, pero se pueden encontrar solitarias. En vista cingular tienen forma de rectángulo largo y estrecho, con lados rectos. Posee cloroplastos distribuidos a lo largo las células de manera irregular.</p>	 <p>Thalassionema sp=0,25mm</p>
<p>NOMBRE: <i>Odontella sinensis sp</i></p> <p>CLASE: Coscinodiscophycidae</p> <p>SUBCLASE: Biddulphiophycidae</p> <p>ORDEN: Triceratiales</p> <p>FAMILIA: Triceratiaceae</p>	<p>Células solitarias o en cadenas. Presentan forma rectangular en vista cingular. En la superficie valvar se observan elevaciones por la que se une a otras células.</p>	 <p>Odontella sinensis=0,29mm</p>

CAPITULO 2: DESARROLLO METADOLOGICO

2. METODOLOGIA

2.1. Área de estudio

El sitio Cañaveral, 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 del sitio de muestreo en Cañaveral son: $0^{\circ}13'04.0''N$ de latitud y $80^{\circ}02'19.0''W$ de longitud, localizada a mil metros de distancia desde la línea de playa., en el cultivo de Ostras (*Magallanas gigas*).

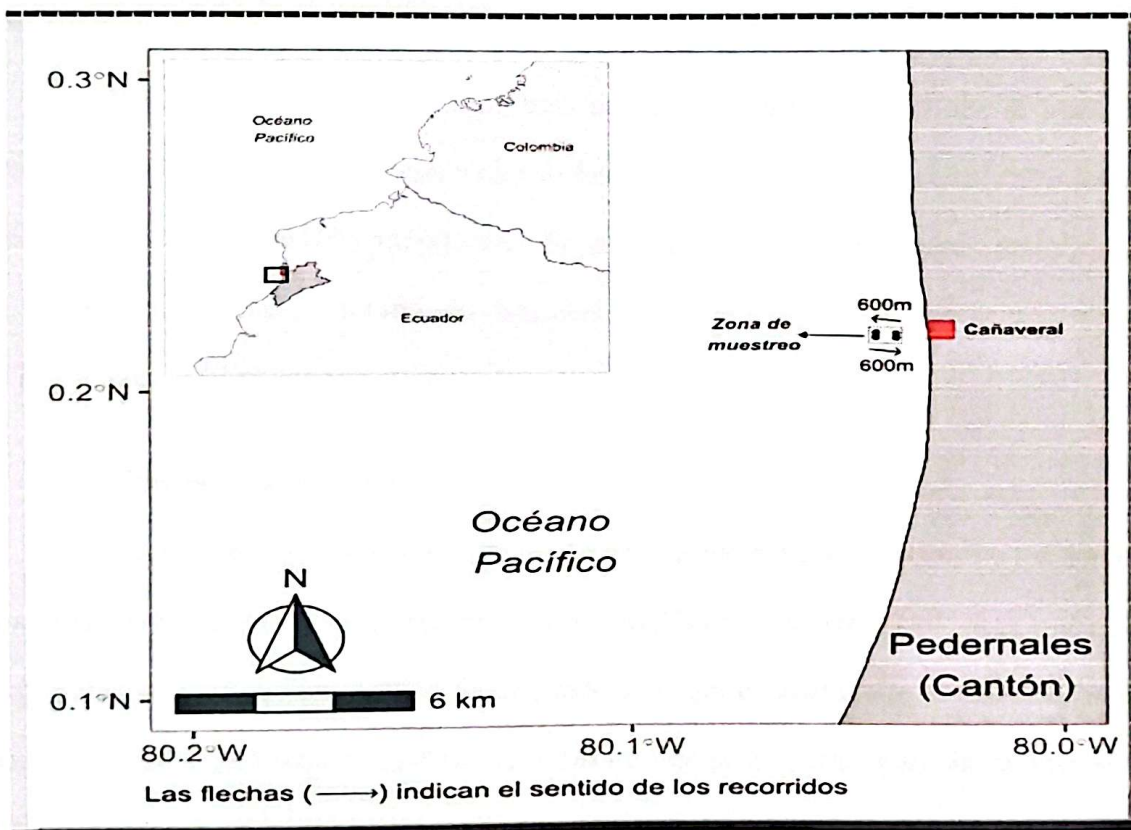


Figura 1. El (Instituto Geográfico Nacional) representa la ubicación del área del estudio, zona costera de Cañaverál, se muestran los puntos de muestreo y el área de la zona de maricultura de las otras Magallana gigas.

La ubicación del área de estudio, corresponde a 10 ha. de mar concesionadas a la Asociación de Producción Pesquera de Cañaverál en el Cantón Cojimíes, las cuales utilizan esta concesión marina para el cultivo de Ostras del Pacífico (*M. gigas*). Cojimíes está 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. En este sitio se estableció una estación de muestreo permanente durante las dos estaciones climáticas (época seca y época lluviosa), durante los meses de marzo a septiembre del 2025 con excepción el mes de junio, por motivos de temporada.

2.2. Enfoque de la investigación

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, ya que se basa en la recolección, medición y análisis estadístico de datos numéricos relacionados con la abundancia e índices de biodiversidad del fitoplancton. Se emplearon métodos estadísticos descriptivos y multivariados para evaluar la variación estacional y la relación entre los índices de biodiversidad y los factores ambientales registrados en los sitios de estudio.

2.3. Diseño de la investigación

La investigación corresponde a un diseño no experimental, observacional y longitudinal. Es no experimental porque no se manipularon las variables ambientales ni biológicas, sino que se registraron en condiciones naturales. Es longitudinal porque el muestreo se realizó en diferentes meses del año, permitiendo analizar la variación temporal (estacional) de la comunidad zooplanctónica. Finalmente, es observacional, porque se midieron fenómenos en su estado natural sin intervención directa del investigador.

2.4. Métodos de investigación

Para el desarrollo del estudio se emplearon métodos científicos propios de la investigación ecológica cuantitativa, orientados a describir, comparar y explicar la dinámica temporal de la comunidad zooplanctónica.

En primer lugar, se aplicó el método descriptivo, mediante el cual se caracterizó la composición taxonómica y la abundancia relativa del fitoplancton en los diferentes meses de muestreo. Este método permitió identificar los grupos dominantes, la estructura comunitaria y los patrones generales de distribución.

En segundo lugar, se utilizó el método comparativo, con el propósito de evaluar diferencias temporales entre meses y entre estaciones climáticas (seca y lluviosa), mediante el análisis de índices de biodiversidad como Shannon, Simpson y Margalef.

En su orden, se implementó el **método analítico-estadístico**, que incluyó el cálculo de indicadores ecológicos de riqueza, dominancia, equidad y biodiversidad, así como pruebas estadísticas no paramétricas para determinar diferencias significativas entre periodos de muestreo.

2.5. Población y muestra

Población: La población está constituida por la comunidad fitoplanctónica presente en el ecosistema marino-costero del área de estudio.

Muestra: La muestra estuvo conformada por las colectas del fitoplancton realizadas durante los meses de muestreo (marzo, abril, mayo, julio, agosto y septiembre), en los sitios establecidos. En total se realizaron 24 cuantificaciones de fitoplancton en placas de la cámara de conteo.

2.6. Recolección de muestras

Los muestreos fueron realizados una vez por mes en dos puntos distintos durante los meses comprendidos desde marzo a septiembre del 2025; muestras recolectadas en horario de 11h00 a 13h00 en la costa frente a la playa Cañaverl, en la zona concesionada de cultivo de ostras del proyecto ISOSPAM. Los arrastres superficiales fueron realizados a 50 cm de profundidad durante 5 minutos a una velocidad de 4 nudos cubriendo 600 m lineales, desde una embarcación tipo fibra de vidrio de una eslora total de 6.5 m. Además, fue utilizada una red de arrastre superficial de 90 cm del cuerpo de la malla por 30 cm, del diámetro de boca por 50 μ m de ojo de la maya, y con un copo o colector de 250 ml de capacidad (González, 1985).

Una vez levantada la red de arrastre se colocó el contenido de la muestra a un envase de vidrio estériles de 1000 ml de la muestra para su posterior rotulación, tomándose sus coordenadas a través de la aplicación Mis lugares de pescado (*Mis lugares de pescado GPS - Apps en Google Play, s/f*). Y Google Mapa, además se utilizaron materiales como; refractómetro, termómetro de mercurio, multiparámetro (BLE-9909). Para la toma de parámetros ambientales (temperatura, pH, salinidad). Para observación de las muestras en el microscopio, se adiciona 0.03 ml de Lugol a cada muestra para la preservación de la muestra para su posterior análisis en el laboratorio de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Pedernales.

Tabla 2. de frecuencia de muestreo mensual de marzo hasta septiembre

MES	ARRASTRE	FECHA	HORA	MUESTRA
Marzo	A1	24/03/2025	11:35 AM	M1
Marzo	A2	24/03/2025	11:46 AM	M2
Abril	A1	30/04/2025	11:20 AM	M1
Abril	A2	30/04/2025	11:34 AM	M2
Mayo	A1	24/05/2025	12:20 PM	M1
Mayo	A2	24/05/2025	12:33 PM	M2

Julio	A1	26/07/2025	11:30 AM	M1
Julio	A2	26/07/2025	11:45 AM	M2
Agosto	A1	20/08/2025	10:50 AM	M1
Agosto	A2	20/08/2025	11:04 AM	M2
Septiembre	A1	10/09/2025	11:30 AM	M1
septiembre	A2	10/09/2025	11:45AM	M2

2.7. Fase de Laboratorio:

Para determinar la abundancia planctónica se realizaban los conteos 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 su conteo e identificación. Se procede el conteo cuadrante a cuadrante de uno en uno, además a medir los organismos en cada cuadrante de la cámara de Rafter y a visualizar las características morfológicas de las especies en donde se utilizó una cámara de microscopio (SWIFTCAM SC2003) y su respectivo programa Swift Imagen (Rodríguez et al., 2019).

2.8. Análisis de datos

2.8.1. Organización de los datos

Para el análisis de biodiversidad (Anderson et al., 2011); se siguieron los siguientes pasos:

- Se usaron cuatro muestras por cada mes (marzo, abril, mayo, julio, agosto, septiembre).
Cada muestra correspondía a 1 ml de agua de mar colectada en la red y que era colocada en la cámara Sedgwick-Rafter para su conteo e identificación.
- Se consideró cada género de fitoplancton como una unidad taxonómica.

- Los individuos fueron identificados utilizando las guías taxonómicas de Thomas (1997) y Vásquez et al. (2021). Además, fueron contados en su totalidad en cada placa de 1 ml para luego ser registrados en un cuaderno.

2.8.2. Índices de biodiversidad

El cálculo de los índices de biodiversidad fue realizado con R Studio (R Core Team, 2022), y la paquetería BiodiversityR (Kindt y Coe, 2005). A continuación, se presentan los principales índices de biodiversidad usados:

- **Riqueza (S):** número de géneros con abundancia > 0.
- **Índice de Shannon-Wiener (H')**:

$$H' = -\sum p_i \ln(p_i)$$

Se emplea para el cálculo de la biodiversidad, combina riqueza y abundancia relativa de las especies en las muestras.

- **Equidad de Pielou (J')**:

$$J' = H' / \ln(S)$$

Explica qué tan homogénea es la distribución de las abundancias. Lo contrario a la dominancia.

- **Dominancia de Simpson (D):**

$$D = \sum p_i^2$$

Es un índice de dominancia de especies. Mientras más alto es el valor, más dominado está 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 p_i es la proporción de cada género respecto al total del mes y N es la abundancia total. Es catalogada para evaluar la riqueza específica de la estructura del fitoplancton.

2.9. Análisis de Redundancia

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

A continuación, se aplicó el análisis RDA con el software R Studio (Posit Software, 2025), combina una regresión multivariada seguida de un análisis de componentes principales. Técnica que permite identificar qué proporción de la variación en los índices de biodiversidad puede ser explicada por las variables ambientales (RDA 1 y 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.

3. CAPITULO: 3 RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Composición de especies y abundancia relativa

La composición porcentual (Tabla 3) evidencia una fuerte dominancia de *Coscinodiscus* sp. durante todo el período de estudio, alcanzando su máximo en marzo (50 %) y manteniéndose elevada en abril (43.48 %), mayo (44.74 %) y agosto (44.49 %). En marzo también se observa una marcada codominancia con *Ceratium* sp. (42.16 %), lo que refleja una comunidad altamente concentrada en pocos géneros. En contraste, durante julio la proporción de *Coscinodiscus* disminuye (26.99 %) y aumenta la participación de otros géneros como *Chaetoceros* sp. (19.54 %) y *Odontella* sp. (12.08 %), indicando una estructura más repartida y diversa.

En los meses posteriores (agosto y septiembre) se mantiene la presencia dominante de *Coscinodiscus*, pero con mayor contribución relativa de *Chaetoceros* sp., especialmente en septiembre (22.87 %), así como incrementos de *Thalassionema* sp. (11.60 %) y *Proboscia alata* (9.90 %). En términos de abundancia total, abril registró el mayor número de organismos (n = 644), seguido de agosto (n = 454) y julio (n = 389), mientras que marzo (n = 204) y mayo (n = 152) presentaron menores conteos. En conjunto, los resultados muestran una transición desde una comunidad dominada por pocos taxa en marzo hacia ensamblajes más heterogéneos y estructuralmente complejos en los meses secos de verano.

Tabla 3. Composición de las especies (%) de fitoplancton encontradas durante el estudio en la zona de Cañaveral.

Especie	Marzo	Abril	Mayo	Julio	Agosto	Septiembre
<i>Coscinodiscus sp</i>	50.00	43.48	44.74	26.99	44.49	26.28
<i>Ceratium sp</i>	42.16	10.56	2.63	2.31	8.81	13.99
<i>Rhizosolenia sp</i>	2.94	3.73	0.00	1.29	3.08	0.00
<i>Nitzschia sp</i>	2.94	4.97	10.53	5.91	5.51	4.78
<i>Proboscia alata sp</i>	1.96	5.59	7.89	5.40	0.66	9.90
<i>Aphanizomenon sp.</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.98	0.00
<i>Bacteriastrum sp</i>	0.00	0.00	0.00	0.51	0.00	0.68
<i>Botryococcus sp</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.00
<i>Chlorella sp</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	0.00
<i>Chlorogibba sp</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.00
<i>Cylindrotheca sp</i>	0.00	0.00	0.00	1.29	0.00	0.00
<i>Ditylum sp</i>	0.00	0.00	0.00	2.57	0.00	0.00
<i>Fragilaria sp</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34
<i>Guinardia sp</i>	0.00	0.00	0.00	1.03	0.00	0.00
<i>Melosira sp</i>	0.00	0.00	0.00	1.03	0.00	0.00
<i>Microcystis sp</i>	0.00	0.00	0.00	2.06	0.88	0.34
<i>Navicula sp</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	2.42	0.34
<i>Ornithocercus magnificus sp</i>	0.00	0.00	0.00	1.54	0.22	0.34
<i>Paenepetpetua sp</i>	0.00	0.00	0.00	0.77	0.00	0.00
<i>Pleurosigma sp</i>	0.00	0.00	0.00	1.29	0.00	0.00
<i>Thalassiosira sp</i>	0.00	0.00	0.00	2.57	0.22	0.00
<i>Cladopyxis sp</i>	0.00	0.62	0.00	0.26	0.00	0.00
<i>Gyrodinium sp</i>	0.00	0.62	2.63	0.51	1.10	2.05
<i>Asterionella sp</i>	0.00	1.86	0.00	0.00	0.00	2.05
<i>Thalassionema sp</i>	0.00	1.86	2.63	3.60	4.85	11.60
<i>Chaetoceros sp</i>	0.00	2.48	5.26	19.54	10.57	22.87
<i>Dinophysis sp</i>	0.00	2.48	2.63	2.31	1.32	2.05
<i>Skeletonema sp</i>	0.00	4.97	2.63	1.54	0.88	0.00
<i>Protoperidinium sp</i>	0.00	6.83	10.53	3.60	2.42	2.05
<i>Odontella sp</i>	0.00	9.94	7.89	12.08	6.39	0.34
TOTAL, ORGANISMOS (n)	204	644	152	389	454	293

3.2. Índices de biodiversidad y sus cambios temporales

La Tabla 3 muestra los índices de biodiversidad de fitoplancton comparados por cada mes de muestreo; mientras la Figura 2 compara los principales índices de biodiversidad por estación climática. A continuación, se explican los principales resultados concerniente a los índices de biodiversidad.

Riqueza (S) y riqueza específica (Margalef)

La menor riqueza se registró en marzo ($S = 5$) y el valor máximo de riqueza se observó en julio ($S = 23$), acompañado por los mayores índices de Margalef (3.69) y Menhinick (1.17). Este mes presentó el mayor número de géneros y una alta diversidad relativa en función de la abundancia. Agosto ($S = 20$) y septiembre ($S = 16$) también mostraron valores elevados, aunque inferiores a julio.

Entre julio y septiembre se registró un descenso notable en la temperatura superficial del mar (TSM), con valores entre $24.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, en contraste con marzo ($27.5\text{--}27.8\text{ }^{\circ}\text{C}$). Estas condiciones oceanográficas más frías favorecieron la aparición y coexistencia de un mayor número de especies.

En la época seca se evidenció mayor estabilidad ecológica y coexistencia de géneros, mientras que en la época lluviosa se presentaron eventos de dominancia o *blooms*, caracterizados por la proliferación de pocas taxa (Figura 3).

Biodiversidad (H') y diversidad de Simpson ($1 - D$)

El índice de Shannon (H') alcanzó su valor mínimo en marzo (0.99), reflejando baja riqueza y fuerte dominancia de *Coscinodiscus* y *Ceratium*. El valor máximo de H' se registró en julio (2.43), coincidiendo con el mayor índice de Simpson ($1 - D = 0.86$).

Los meses de abril, mayo, agosto y septiembre presentaron valores intermedios de H' (≈ 2), lo que sugiere comunidades relativamente diversas, aunque menos complejas que en julio. Ecológicamente, marzo representa una comunidad típica de Bloom, dominada por pocas especies, mientras que en julio se observó una comunidad más madura y equitativa, con mayor número de géneros compartiendo la abundancia.

Al comparar por estación climática, la estación seca mostró mayor diversidad promedio y menor dominancia (mayor valor de $1 - D$) en relación con la estación lluviosa (Figura 2).

Equidad (J') y dominancia (D de Simpson)

La equidad más baja se registró en marzo ($J' = 0.62$), indicando que la abundancia se concentró en uno o dos géneros dominantes. Los valores más altos de equidad se observaron entre mayo y julio (≈ 0.78), aunque géneros como *Coscinodiscus* y *Chaetoceros* mantuvieron cierta dominancia.

En agosto (0.70) y septiembre (0.73) se mantuvo un equilibrio moderado, con ligera mayor concentración en algunos géneros respecto a mayo-julio.

Julio sobresale por combinar alta riqueza, elevada biodiversidad y una equidad favorable, reflejando una estructura comunitaria más estable.

Dominancia

La dominancia máxima se presentó en marzo ($D = 0.43$), asociada a la elevada proporción de *Coscinodiscus* sp. (50 %) y *Ceratium* sp. (42 %). La dominancia mínima se registró en julio ($D = 0.14$), cuando el ensamblaje se distribuyó entre más géneros y la especie dominante (*Coscinodiscus*) redujo su participación al 27 %.

Abril, mayo y agosto mostraron dominancias intermedias ($D \approx 0.23-0.24$), con *Coscinodiscus* aún predominante, pero acompañado por otros géneros como *Chaetoceros*, *Odontella* y *Protoperidinium*.

Tabla 4. Índices de biodiversidad de fitoplancton para la zona de Cañaveral, Cojimies, para el año 2025.

Mes	Estación	N	S	H'	J'	D	1 - D	Margalef
Marzo	Lluviosa	204	5	0.995	0.618	0.43	0.57	0.752
Abril	Lluviosa	644	14	1.99	0.754	0.226	0.774	2.01
Mayo	Lluviosa	152	11	1.868	0.779	0.241	0.759	1.99
Julio	Seca	389	23	2.432	0.776	0.139	0.861	3.689
Agosto	Seca	454	20	2.085	0.696	0.23	0.77	3.106
Septiembre	Seca	294	16	2.038	0.735	0.168	0.832	2.639

N: abundancia total; S: riqueza de géneros; H': Shannon (biodiversidad); J': equidad; D: dominancia de Simpson; 1 - D: diversidad de Simpson.

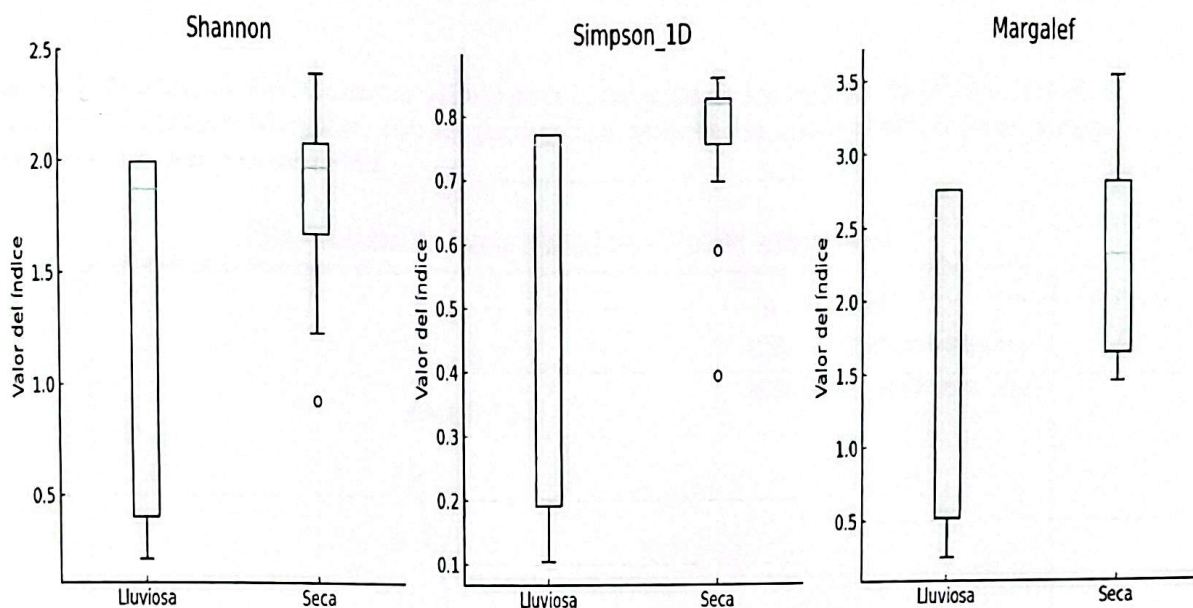


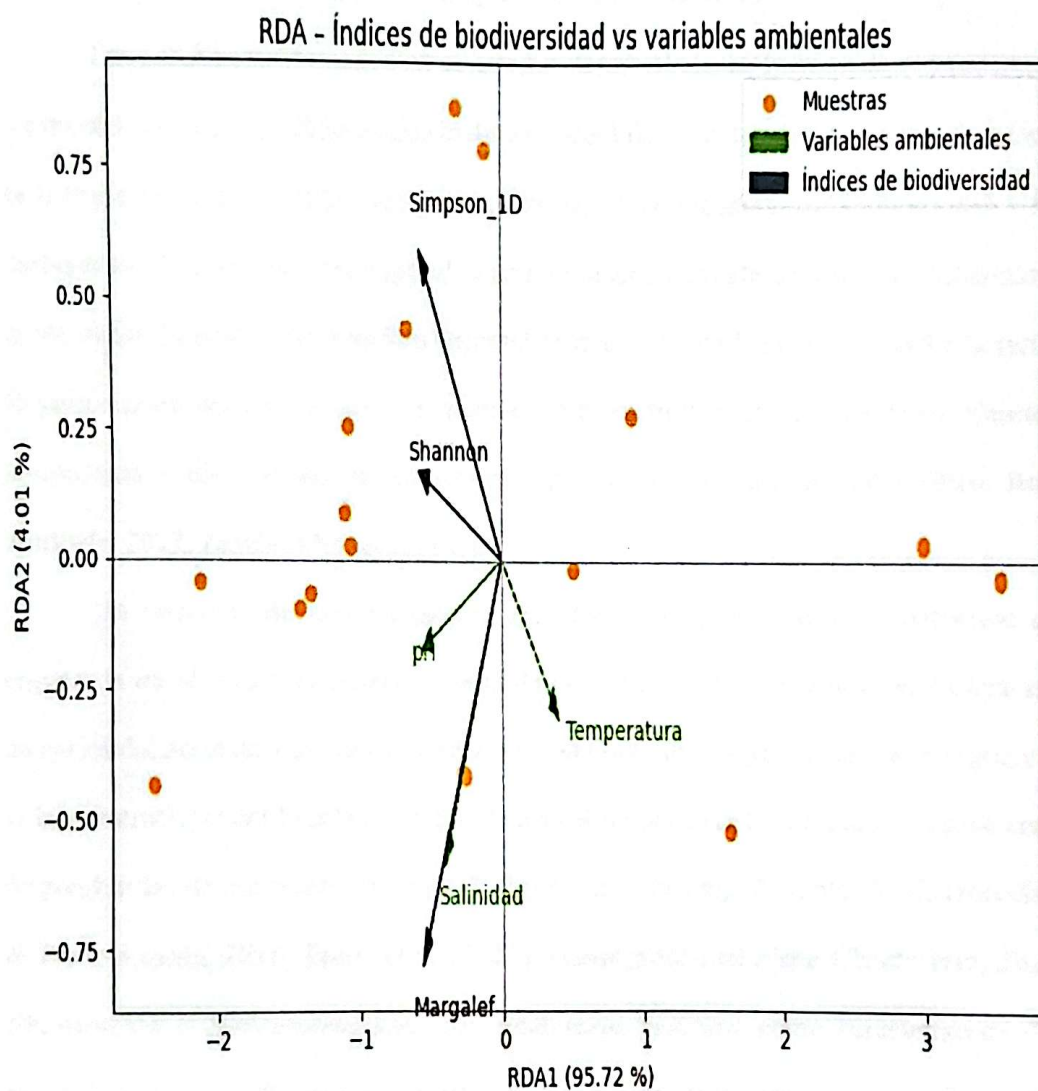
Figura 2. Índices de biodiversidad más importantes comparados por estación climática (lluviosa y seca).

9.3. Impacto de las variables ambientales en la biodiversidad

El análisis RDA (Figura 2) revela que la estructura de la biodiversidad fitoplanctónica está fuertemente influenciada por un gradiente ambiental dominado por la salinidad y la temperatura (el RDA1 explica el 96.5% del cambio de los índices de biodiversidad dado por los parámetros de temperatura y salinidad). Con la disminución de la temperatura (24 a 25 °C) durante la estación seca, las comunidades de fitoplancton resultaron más diversas y menos dominantes, como lo evidencian los valores elevados de Shannon y Simpson. En cambio, las muestras dispuestas hacia valores negativos de este eje manifiestan condiciones propias de la estación lluviosa, determinado por menor estabilidad físico-química y menor diversidad, sobre todo durante marzo.

Por su parte, el eje RDA2, que define una fracción menor de la variabilidad (3.5% de la variación explicada), refleja eficazmente un gradiente asociado al pH y al índice de riqueza específica representada por el índice de Margalef.

Figura 3. Análisis de Redundancia (RDA) para la relación de los índices de biodiversidad (Shannon, Simpson y Margalef) con los predictores ambientales como el pH, la temperatura superficial del mar y la salinidad.



3.1. DISCUSIÓN

3.2. Características generales del fitoplancton en Cañaverál

Los resultados obtenidos en el estudio desarrollado en la zona de concesión de ostras en Cañaverál–Cojimés evidencian que la dinámica del fitoplancton está fuertemente determinada por la interacción entre la composición taxonómica, la abundancia, la biodiversidad y los factores ambientales. Esta interacción responde a un patrón ampliamente descrito para ecosistemas marino-costeros del Ecuador y del Pacífico Oriental Tropical, donde la estacionalidad y la variabilidad de la temperatura del océano pacifico regulan la estructura de las comunidades planctónicas y la abundancia y distribución de los recursos pesqueros (Naranjo & Tapia, 2016; Rodríguez & Andrade, 2022; Zeballos-Rosado, et al).

En términos de composición y abundancia, el predominio de diatomeas céntricas y registrada en el área concesionada coincide con lo reportado para la zona costera ecuatoriana, estuarios del norte del país, el Estero Salado y el Golfo de Guayaquil, donde este grupo constituye la base estructural del fitoplancton debido a su alta eficiencia fotosintética y rápida respuesta a la disponibilidad de nutrientes (Naranjo & Tapia, 2002; Naranjo & Tapia, 2016; Troccoli-Ghinaglia & Prado-España, 2017; Tapia, et al., 2023). Géneros tal cual como *Chaetoceros*, *Thalassiosira*, *Rhizosolenia* y *Skeletonema* han sido totalmente descritos como característicos de sistemas provechoso y especialmente oxigenados, lo que sugiere proponer que el área de estudio presenta condiciones ambientales beneficioso para la producción primaria sostenida (Rodríguez & Andrade, 2022).

La menor presencia de dinoflagelados visualizada en el estudio base, refuerza la idea de que el sistema no se localiza sometido a procesos severos de eutrofización o estratificación

prolongada, escenarios donde este grupo suele dominar (Troccoli-Ghinaglia & Prado-España, 2017).

3.3. Temperatura y control térmico del fitoplancton

La temperatura superficial del océano pacífico identificada en Cojimíes mostró valores típicos de sistemas tropicales costeros, con pulsos térmicos moderados y periodos de relativa estabilidad, lo que favoreció comunidades Fitoplanctónica dominadas por diatomeas y con índices de diversidad moderados a altos (figura 3), en especial durante la estación seca donde, las temperaturas son más bajas (24 a 26 °C). En este comportamiento coincide concurrir con lo descrito por Cabrera-Carreño y Alió-Míngo (2020), los cuales documentan que en Cojimíes la mayor parte de abundancia del fitoplancton especialmente con cambios sincrónicos de la temperatura del océano pacífico.

A escala regional, Zevallos *et al.* (2023) manifiestan que la temperatura superficial del océano pacífico en la costa ecuatoriana presenta tendencias espacio-temporales influenciadas por la dinámica del Pacífico Oriental, estos cambios térmicos tienen implicaciones directas sobre la productividad primaria, ya que temperaturas estables dentro del rango óptimo (24–27 °C) promueven una mayor diversidad fitoplanctónica, mientras que anomalías térmicas positivas superiores atienden a simplificar la estructura comunitaria, y a reducir la biodiversidad del plancton Chinacalle-Martínez, *et al.* (2021). En este contexto, los resultados de Cojimíes sugieren que el sistema aún mantiene una resiliencia térmica, permitiendo la coexistencia de múltiples especies sin evidencias de colapso comunitario, a pesar de la variabilidad estacional durante el año.

3.4. Salinidad y dinámica estuarina

La salinidad registrada en el área de estudio evidenció la influencia estuarina del río Cojimíes y de los aportes continentales estacionales, generando gradientes que afectaron principalmente la riqueza específica del fitoplancton, más que su abundancia total este patrón coincide con lo observado por Tapia et al. (2023) en la Reserva de Producción Faunística Manglares El Salado, donde las variaciones salinas no produjeron diferencias significativas en la biomasa fitoplanctónica pero sí condicionaron la distribución espacial de especies dominantes.

Así mismo, Cabrera-Carreño y Alió-Míngo (2020) señalan que masas de agua estuarinas fría que son enriquecidas en nutrientes influyen de manera ocasional en los pulsos de abundancia del fitoplancton en Cojimíes, favoreciendo especies eurihalinas y diatomeas adaptadas a ambientes mixtos. Esto tiene sentido, ya que Cojimíes apenas se encuentra a 7 km de distancia de la boca del Estuario del Río Cojimíes, y es muy frecuente encontrar restos de troncos trasladados desde este sistema estuarino, además de reportarse salinidades cercanas a los 25-29 ppt en la zona durante los periodos de lluvia Observatorio de Pesca Artesanal, (2025). Se deja constancia que, durante el periodo de este estudio, la salinidad osciló entre 29.5 a 31 ppt, valores lo suficientemente altos que favorecieron a una baja riqueza y baja equidad durante la estación lluviosa.

3.5. El pH y estabilidad química del sistema

Los valores de pH registrados en el estudio base se mantuvieron dentro de rangos ligeramente alcalinos, condición considerada óptima para la fotosíntesis y el metabolismo del fitoplancton. Este resultado concuerda con lo documentado por Tapia et al. (2023), quienes reportan que en estuarios del Golfo de Guayaquil el pH no presenta variaciones significativas en escalas espaciales amplias y rara vez actúa como un factor limitante directo del fitoplancton.

La estabilidad del pH en Cojimíes sugiere un sistema químicamente amortiguado, probablemente asociado a la dinámica de carbonatos y bicarbonatos propia de ambientes marino-estuarinos abiertos (Cabrera-Carreño & Alió-Mingo, 2020).

3.6. Estacionalidad y heterogeneidad espacial

La estacionalidad emergió como el eje integrador de los factores ambientales, determinando cambios temporales en la estructura del fitoplancton. Tal como se observó en los resultados, los periodos de transición entre época seca y lluviosa estuvieron asociados a mayores valores de diversidad y cambios en los índices de dominancia (figura 3). Este patrón es consistente con lo reportado por Tapia et al. (2023), quienes señalan que la heterogeneidad ambiental generada por las mareas, los aportes fluviales y la variabilidad climática promueve comunidades fitoplanctónica dinámicas y diversas.

A escala climática, Zevallos et al. (2023) advierten que las tendencias de calentamiento superficial podrían intensificar la variabilidad estacional en la costa ecuatoriana, lo que podría modificar la estructura del fitoplancton en el mediano y largo plazo. En este sentido, los resultados de Cojimíes representan una línea base importante para evaluar futuros cambios asociados al clima.

Cabe destacar que Cojimíes se caracterizaron por tener las concentraciones más bajas de clorofila con relación a zonas de alta productividad como el Golfo de Guayaquil o Esmeraldas en el Ecuador Chinacalle-Martínez, et al., (2021), sin embargo, su estructura comunitaria del plancton se comporta más estable y puede ser suficiente para mantener una biomasa de recursos pesqueros importantes para los pescadores artesanales y los maricultores de ostras de la zona

3.7. Implicaciones para *Magallana gigas*

La estructura fitoplanctónica observada en Cojimíes tiene implicaciones directas sobre el crecimiento y la supervivencia de la ostra del Pacífico (*Magallana gigas*). La dominancia de diatomeas, asociada a condiciones estables de temperatura, salinidad y pH, constituye una fuente alimenticia óptima para este bivalvo filtrador, favoreciendo altas tasas de crecimiento y eficiencia energética Lodeiros et al., (2017; García Banda, (2024). Estudios previos en Ecuador y otras regiones del Pacífico indican que la disponibilidad sostenida de fitoplancton de calidad es un factor determinante para el éxito de la maricultura (Cabrera-Carreño & Alió-Mingo, 2020).

En conjunto, los resultados del presente estudio, integrados con la literatura regional y climática, confirman que la zona de Cañaverál–Cojimíes funciona como un sistema mesotrófico estable, donde la variabilidad ambiental favorece la biodiversidad del fitoplancton contribuyendo a la productividad y a la alimentación sostenible de los cultivos de ostras en la zona, validando la justificación planteada en esta tesis.

En el presente estudio, se cuantificó la abundancia y biodiversidad de la comunidad de fitoplancton, se encontró que los grupos más abundantes son diatomeas, dinoflagelados.

3.8. CONCLUSIONES

La comunidad fitoplanctónica mostró una variación temporal marcada, pasando de una fuerte dominancia en marzo a una estructura más diversa y equilibrada en los meses de la estación seca. Las especies más dominantes a lo largo del período fueron *Coscinodiscus* sp. y *Ceratium* sp., especialmente durante la época lluviosa. En cambio, en la estación seca se evidenció mayor coexistencia de géneros, lo que refleja una comunidad más estable y menos concentrada en pocos grupos taxonómicos.

Los índices de biodiversidad muestran que, durante la estación lluviosa, particularmente en marzo, se registraron valores bajos de Shannon (H'), menor equidad (J') y mayor dominancia (D de Simpson), lo que evidencia comunidades simplificadas y concentradas en pocos géneros dominantes. Estas condiciones coinciden con temperaturas superficiales más elevadas, que favorecen proliferaciones puntuales del Bloom fitoplanctónico.

En contraste, durante la estación seca, especialmente en julio, se observaron los valores más altos de diversidad (H') y menor dominancia (mayor $1 - D$), junto con una equidad más elevada. Esto sugiere que las temperaturas superficiales ligeramente más bajas y una mayor estabilidad ambiental promovieron la coexistencia de múltiples géneros.

La biodiversidad fitoplanctónica en la zona de concesión de maricultura de ostras del Pacífico (*Magallana giga*) en Cañaveral está estrechamente regulada por los cambios de la temperatura superficial del océano Pacífico y la salinidad, mientras que el pH no tuvo efecto en la biodiversidad del fitoplancton.

3.9.RECOMENDACIONES

Se recomienda establecer un programa permanente de monitoreo del fitoplancton en la zona de Cañaveral–Cojimíes que incluya la identificación taxonómica, la cuantificación de la abundancia, y cálculo de índices de biodiversidad. Este seguimiento permitiría detectar oportunamente cambios en la estructura comunitaria del fitoplancton asociados a la variabilidad ambiental y climática, contribuyendo a una mejor comprensión de la dinámica productiva del sistema marino-costero. Favoreciendo al sector productivo y pesquero de la zona concesión Cañaveral-Cojimíes.

Es importante que el monitoreo biológico se complemente con el seguimiento sistemático de variables fisico-químicas clave, particularmente la temperatura superficial del mar, la salinidad

y el pH, con especial énfasis en los periodos de transición entre la estación seca y lluviosa. Estos periodos demostraron tener una influencia significativa sobre la diversidad y dominancia del fitoplancton, por lo que su análisis detallado permitiría anticipar cambios en la productividad primaria y en la disponibilidad de alimento para los organismos filtradores.

Asimismo, se sugiere profundizar el estudio de la influencia estuarina del río Cojimies mediante un mayor número de muestreos durante la época lluviosa, y dentro del mismo Estuario, incorporando análisis que permitan evaluar con mayor precisión cómo los gradientes de salinidad y nutrientes como aportes continentales que afectan la riqueza y equidad del fitoplancton en la zona de concesión de ostras del Pacífico. Esta información es fundamental para comprender la conectividad entre el sistema estuarino y el ambiente marino adyacente.

Dado que la estructura del fitoplancton observada refleja condiciones propias de un sistema mesotrófico estable, se recomienda utilizar este componente biológico como un indicador de la calidad ambiental de la zona. La dominancia de diatomeas y la baja representación de dinoflagelados pueden servir como señales tempranas para evaluar posibles procesos de eutrofización o cambios en el estado trófico del ecosistema.

En el ámbito productivo, se recomienda que las prácticas de manejo del cultivo de *Magallana gigas* se ajusten en función de la disponibilidad natural del fitoplancton, priorizando los periodos en los que se registran mayores valores de diversidad y estabilidad ambiental, en especial durante su fase de crecimiento. Esta estrategia permitiría acceder las tasas de crecimiento y supervivencia de las ostras, fortalecer la sostenibilidad de la maricultura en la zona.

Finalmente, se sugiere integrar en próximos estudios el análisis de nutrientes inorgánicos, como nitratos, fosfatos y silicatos, así como la aplicación de herramientas estadísticas multivariadas, que permitan acceder de manera integrada la relación entre las especies

Fitoplanctónica dominantes y los factores ambientales. Además, resulta pertinente considerar escenarios de cambio climático, particularmente el aumento de la temperatura superficial del mar, con el fin de anticipar posibles modificaciones en la estructura del fitoplancton y su impacto sobre la productividad pesquera y acuícola de la zona.

3.10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Anderson, M. J., Crist, T. O., Chase, J. M., Vellend, M., Inouye, B. D., Freestone, A. L., ... & Swenson, N. G. (2011). Navigating the multiple meanings of β diversity: a roadmap for the practicing ecologist. *Ecology letters*, 14(1), 19-28.

<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01552.x>

Antón Pardo, M. T. (2011). Influencia de factores bióticos y abióticos sobre el zooplancton de dos zonas litorales sometidas a importantes efectos antrópicos

[[Http://purl.org/dc/dcmitype/Text](http://purl.org/dc/dcmitype/Text), Universidad de València].

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=254326>

Asencio, D. G., Salazar, D. C., & Santos, B. P. (2015). Los Parámetros abióticos y su relación con la abundancia del fitoplancton frente a Puerto López-Ecuador (2011-2012), Provincia de Manabí, Ecuador. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 9(2), 13-13. <https://doi.org/10.53591/cna.v9i2.237>

Beltrán, A. C. (2024). *Distribución y abundancia de dinoflagelados y su relación con los parámetros Abióticos en la Bahía de Santa Elena-Ecuador.*

<https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/384d5193-f23d-432c-bc69-0340a25c259f/content>

- Bucheli, R., & García, D. (2022). *Composición, Abundancia Y Diversidad Del Plancton Con Estimaciones De Su Estado Trascendental Durante El Vi Crucero Hidroacústico, Junio/Julio 2022*. <https://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/4.-Informe-Final-Crucero-Plancton-2022-.pdf>
- 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: Artículo de investigación. *Revista de Ciencias del Mar y Acuicultura YAKU*. ISSN: 2600-5824., 3(5), 2-20.
<https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/yaku/article/view/7>
- Chinacalle-Martínez, N., García-Rada, E., López-Macías, J., Pinoargote, S., Loor, G., Zevallos-Rosado, J., ... Peñaherrera-Palma, C. (2021). Océano primary producción trend paternos along coast of Ecuador. *Neotropical Biodiversity*, 7(1), 379–391. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ikiam.researchcommons.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1127&context=neotropical-diversity>
- Encina, M. L. A. (2020). *DOCTORADO EN GESTIÓN AMBIENTAL*. https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/Monica_Albrecht_Tesis.pdf
- Escarrá, L. R. P. (2017). *Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Biología Marina y Acuicultura con Mención en Ecología Marina*.
- FAO. (2025). *FAO Pesca y Acuicultura*. https://www.fao.org/fishery/es/culturedspecies/crassostrea_gigas_es/es
- Fermín, C. C. A., & Orlando, M. Á. J. (2018). Tendencias del cambio climático en la Demarcación Hidrográfica de Manabí. *Revista de Investigaciones en Energía Medio*

Ambiente y Tecnología RIEMAT ISSN 2588-0721, 3(1), 1–6.

<https://doi.org/10.33936/riemat.v3i1.1414>

González Tóala, V. A. (1985). *Diseño de una embarcación pesquera de ferrocemento para pesca con enmalle y palangre* [Tesis, ESPOL. FIMCM: Naval].

<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/55153>

Hairston Jr., N. G. (1996). Los bancos de huevos de zooplancton como reservorios bióticos en entornos cambiantes. *Limnología y Oceanografía*, 41(5), 1087–1092.

<https://doi.org/10.4319/lo.1996.41.5.1087>

Hasle, G. R., & Syvertsen, E. E. (1997). Marine diatoms. In C. R. Tomas (Ed.), *Identifying Marine Phytoplankton* (pp. 5–385). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/B978-012693018-](https://doi.org/10.1016/B978-012693018-4/50004-5)

[4/50004-5](https://doi.org/10.1016/B978-012693018-4/50004-5)

Hernández Becerril, D. U. (2013). Biodiversidad de algas planctónicas marinas (Cyanobacteria, Prasinophyceae, Euglenophyta, Chrysophyceae, Dictyochophyceae, Eustigmatophyceae, Parmophyceae, Raphidophyceae, Bacillariophyta, Cryptophyta, Haptophyta, Dinoflagelada) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85.

<https://doi.org/10.7550/rmb.32037>

Inicio Isospam | ISOSPAM. (2023, noviembre 20). <https://isospam.com/>

Jiang, Z., Du, P., Liao, Y., Liu, Q., Chen, Q., Shou, L., Zeng, J., & Chen, J. (2019). Control del cultivo de ostras sobre la floración de fitoplancton promovido por la descarga térmica de una central eléctrica en una bahía eutrófica semicerrada. *Water Research*, 159, 1–9.

<https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.04.023>

- Kindt R, Coe R (2005). Tree diversity análisis. A manual and software por común statistical métodos por ecológica and biodiversidad estudios. Word Agroforestería Centre (ICRAF). ISBN929059179X, <http://www.worldagroforestry.org/output/tree-diversity-analysis>.
- Lodeiros, C., Rodríguez-Pesantes, D., Márquez, A., Revilla, J., Chávez-Villalba, J., & Sonnenholzner, S. (2018). Suspended cultivación of the Pacific Oster *Crassostrea gigas* in the Eastern Tropical Pacific. *Acuicultura International*, 25, 205–219. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20183068483>
- López, R. (2019, enero 7). El fitoplancton, básico para la vida en la Tierra. *Gaceta UNAM*. <https://www.gaceta.unam.mx/el-fitoplancton-basico-para-la-vida-en-la-tierra/>
- Metzeltin et al., D. (2003). *Las Diatomeas Uruguayas*. https://www.researchgate.net/profile/Felipe-Garcia-Rodriguez/publication/286335495_Las_Diatomeas_Uruguayas/links/5ade4eb80f7e9b285943903d/Las-Diatomeas-
- Mis lugares de pescado GPS - Apps en Google Play*. (s/f). Recuperado el 27 de septiembre de 2025, de https://play.google.com/store/apps/details?id=ru.my1.mytrue.mypoints&hl=es_EC
- Morales-Ramírez, A., Víquez, R., Rodríguez, K., & Vargas, M. (2001). Marea roja producida por *Lingulodinium polyedrum* (Peridiniales, Dinophyceae) en Bahía Culebra, Golfo de Papagayo, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 49(S2), 19–23. <https://archivo.revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/26290>
- Naranjo, C., & Tapia, M. E. (2016). Composición y abundancia del plancton en la zona costera del Ecuador, en mayo del 2013. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 21(1), 27–45. [Chrome-](#)

[extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://aquadocs.org/server/api/core/bitstreams/9ba53f80-cca2-43fc-89cd-f1a1d6df2546/content](https://aquadocs.org/server/api/core/bitstreams/9ba53f80-cca2-43fc-89cd-f1a1d6df2546/content)

Observatorio de Pesca Artesanal. (2025). Base de datos del monitoreo pesquero y oceanográfico del Observatorio de Pesca Artesanal (2023-2025) [Datos no publicados]. Universidad Politécnica Salesiana, Cojimíes, Manabí. <https://isospam.com/observatorio-pesca-artesanal/>

Pennington John T. et al. (2006). Primary production in the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*, 69, 285–317. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2006.03.012/>

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/>.

Ramírez, D. G., Giraldo, A., & Tovar, J. (2006). Producción primaria, biomasa y composición taxonómica del fitoplancton costero y oceánico en el Pacífico colombiano (septiembre-octubre) 2004). *Investigaciones marinas*, 34(2), 211–216. <https://doi.org/10.4067/S0717-71782006000200023>

Rodríguez, C., & Castillo, J. (2019). (PDF) *¿Sedgwick-Rafter o Sedgewick-Rafter? Una aclaración sobre el nombre de la cámara de conteo*. ResearchGate. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34230.96324>

Rodríguez Lindao, M., & Andrade Ruiz, C. (2022). Distribución del fitoplancton en aguas marino-costeras en tres sectores de la Península de Santa Elena. *Revista Acta Oceanográfica Del Pacífico*, 4(1). <https://actaoceanografica.inocar.mil.ec/index.php/raop/article/view/51>

Tapia, M. E., Troccoli-Ghinaglia, L., Narea, R., & Naranjo, C. (2023). Fitoplancton en la Reserva de Producción de Fauna Manglares El Salado, Guayaquil-Ecuador. *Revista Acta Oceanográfica del Pacífico*, 5(1), 84–100. <https://doi.org/10.54140/raop.v5i2.67>

Tomas, C. R. (Ed.). (1997). *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-693018-4.X5000-9>

Troccoli-Ghinaglia, L., & Prado-España, M. (2017). Estado trófico y estructura comunitaria del micro fitoplancton en el golfo de Guayaquil. *Biota Colombiana*, 18(2), 145–160. <https://www.redalyc.org/journal/491/49162495009/html/>

Vázquez, G., Aké-Castillo, J. A., & Orduña Medrano, R. E. (2021). *Phytoplankton Catalog of Coastal Systems of the Gulf of Mexico and Caribbean Sea* (1a ed.). EPOMEX-UAC. <https://doi.org/10.26359/epomex.cemie102021>

Velocímetro GPS & Odometro—Apps en Google Play. (s/f). Recuperado el 5 de octubre de 2025, de https://play.google.com/store/apps/details?id=gps.speedometer.gpsspeedometer.odometer&hl=es_EC

Zevallos-Rosado, J., Chinacalle-Martínez, N., Murillo-Posada, J. C., Veelenturf, C., & Peñaherrera-Palma, C. (2023). Comparative análisis of espaciotemporal trends in sea surface temperatura in the mejor marine protector áreas of the Eastern Tropical Pacific. *Revista de biología marina y oceanografía*, 58(1), 19-31. <https://doi.org/10.22370/rbmo.2023.58.1.4145>

3.11. ANEXOS

Anexos 1. Matriz base para generar los índices de biodiversidad en el estudio. Los valores indican abundancia relativa por especies en número de células por cada 4 ml (debido al conteo total en 4 muestras de 1 ml).

Género	Abril	Agosto	Julio	Marzo	Mayo	Septiembre
Aphanizomenon sp	0	9	0	0	0	0
Asterionella sp	12	0	0	0	0	6
Bacteriastrum sp	0	0	2	0	0	2
Botryococcus sp	0	5	0	0	0	0
Ceratium sp	68	40	9	86	4	41
Chaetoceros sp	16	48	76	0	8	67
Chlorella sp	0	10	0	0	0	0
Chlorogibba sp	0	4	0	0	0	0
Cladopyxis sp	4	0	1	0	0	0
Coscinodiscus sp	280	202	105	102	68	77
Cylindrotheca sp	0	0	5	0	0	0
Dinophysis sp	16	6	9	0	4	6
Ditylum sp	0	0	10	0	0	0
Fragilaria sp	0	0	0	0	0	1
Guinardia sp	0	0	4	0	0	0
Gyrodinium sp	4	5	2	0	4	6
Melosira sp	0	0	4	0	0	0
Microcystis sp	0	4	8	0	0	1
Navicula sp	0	11	0	0	0	1
Nitzschia sp	32	25	23	6	16	14
Odontella sp	64	29	47	0	12	1
Ornithocercus magnificus sp	0	1	6	0	0	1
Paenepetua sp	0	0	3	0	0	0
Pleurosigma sp	0	0	5	0	0	0
Proboscia alata sp	36	3	21	4	12	29
Protoperidinium sp	44	11	14	0	16	6
Rhizosolenia sp	24	14	5	6	0	0
Skeletonema sp	32	4	6	0	4	0
Thalassionema sp	12	22	14	0	4	35
Thalassiosira sp	0	1	10	0	0	0

Dinoflagelados	Diatomea	Mes	Temperatura	Salinidad	pH
11	28	marzo	27.5	30	6.8
39	83	marzo	27.5	30	6.8
22	61	marzo	27.5	30	6.8
28	50	marzo	27.5	30	6.8
28	28	marzo	27.5	30	6.8
28	67	marzo	27.8	29.9	7.3
22	83	marzo	27.8	29.9	7.3
33	111	marzo	27.8	29.9	7.3
17	72	marzo	27.8	29.9	7.3
17	83	marzo	27.8	29.9	7.3
11	56	abril	27	31.2	7.4
19	44	abril	27	31.2	7.4
14	94	abril	27	31.2	7.4
6	89	abril	26.9	31	7.5
3	14	abril	26.9	31	7.5

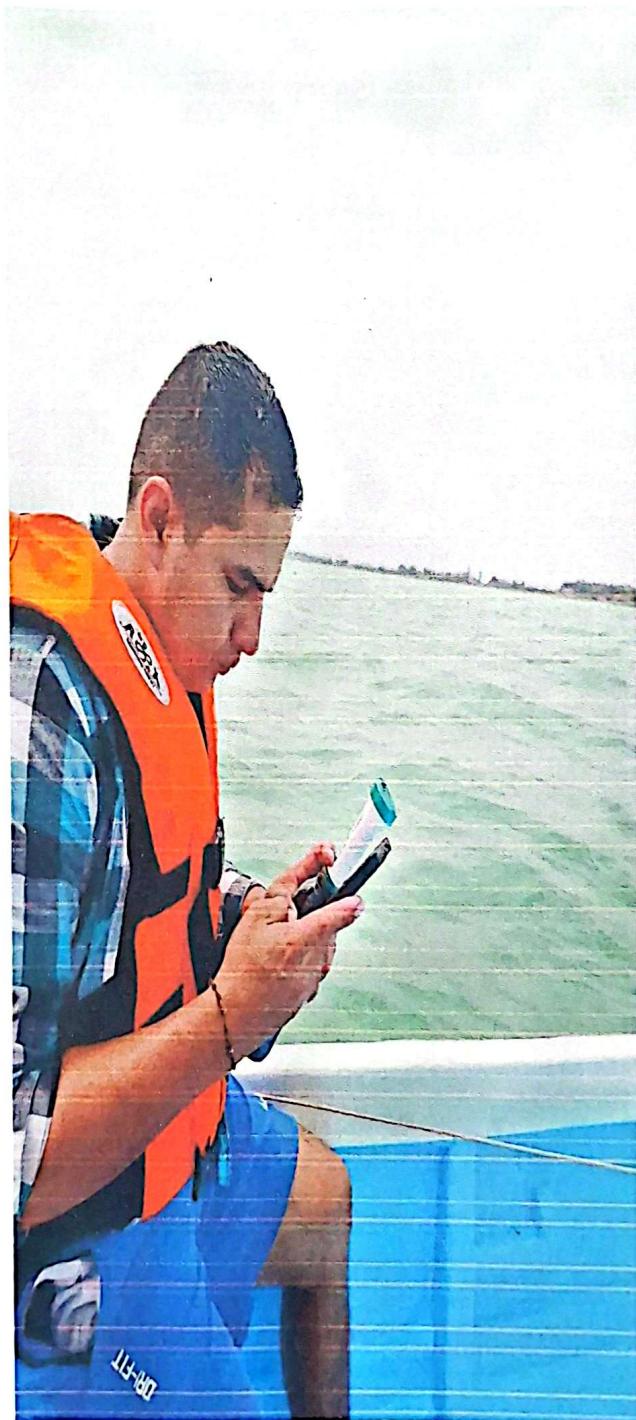
Anexos 2. Toma de muestra en el área de concesión de las ostras del Pacífico



Anexos 3. Muestra recolecta y transportando a envase estéril

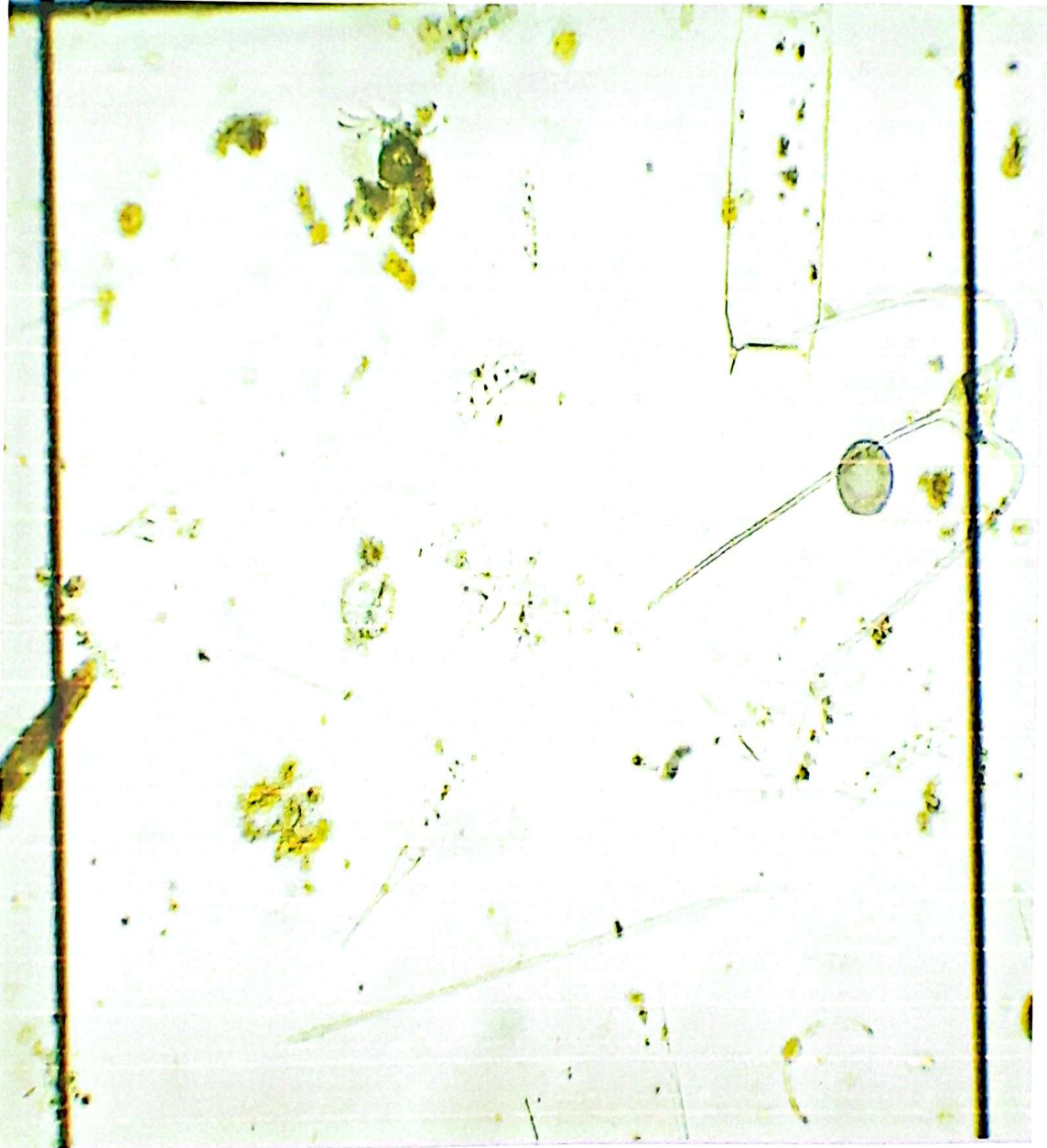


Anexos 4. Toma de parámetro físico-químico con la ayuda del multiparámetro





Anexos 6. Conteo de fitoplancton con la ayuda de la cámara de Rafter, pudimos visualizar las características morfológicas de las especies en donde se utilizó una cámara de microscopio (SWIFTCAM SC2003)



Anexos 7. extrapolaciones de la diversidad de la comunidad de fitoplancton de los meses de abril a septiembre en el eje x se muestra tamaño de la muestra estimada y en el eje y el valor de índice de diversidad. Shanon (0) Simpson (1) Riqueza de especie (2) las predicciones indican que las comunidades convergen nuestra muestra representativa a las comunidades

