



**Pontificia Universidad
Católica del Ecuador**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE MANABÍ**

CARRERA DE BIOLOGÍA

TRABAJO DE TITULACIÓN

**ABUNDANCIA, DIVERSIDAD FITOPLANCTÓNICA Y CONDICIONES
HIDROLÓGICAS EN LOS ESTUARIOS DE LOS RÍOS CHONE Y PORTOVIEJO**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
MANEJO SOSTENIBLE DE RECURSOS NATURALES**

**PREVIO AL TÍTULO DE
BIÓLOGA**

**AUTORA
DOMENICA ALEJANDRA MENDOZA CÁRDENAS**

**TUTOR
GABRIEL MODESTO DURÁN COBO, M. Sc.**

**MANTA – MANABÍ
2025**

Certificación

En mi calidad de tutor del trabajo de integración curricular, certifico haber revisado el presente manuscrito de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, cumpliendo los requisitos establecidos por la Dirección de Investigación; en consecuencia, es apto para su presentación y sustentación.

Gabriel Modesto Durán Cobo, *M. Sc.*

Director del trabajo de titulación

C.I: 0928838143

Aprobación del tribunal

El jurado examinador, aprueba el presente manuscrito de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí.

Evelyn Virginia Arias Cedeño, M.Sc.

Primera Lectora

Francisco Hernán Pozo Miranda, PhD.

Segundo Lector

Gabriel Modesto Durán Cobo, M.Sc.

Tercer Lector

Manta, marzo del 2025

Declaración de originalidad

Este manuscrito no contiene ningún tipo de material que haya sido aceptado para la obtención de un título universitario en otra institución, excepto en forma de información de soporte que ha sido debidamente citada en mi trabajo. Este trabajo es de total responsabilidad del autor, quien declara bajo juramento que ninguna sección de este trabajo de integración curricular infringe los derechos de autor de nadie.

Doménica Alejandra Mendoza Cárdenas

C.I: 1350101539

Teléfono: 099 - 648 - 6088

domen.m1907@gmail.com

Declaración de derechos de autor y co-autoría

Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a distribuir este manuscrito de investigación en medios físicos y electrónicos con el fin de promover la divulgación de mis resultados a la comunidad científica y a la sociedad en general. Adicionalmente autorizo el uso de los contenidos de esta investigación como bibliografía para fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, citando como fuente de información al autor de este trabajo.

Doménica Alejandra Mendoza Cárdenas

C.I: 1350101539

Dedicatoria

A mis padres, por ser mi fuente inagotable de inspiración y apoyo incondicional. Gracias por sus sacrificios y por creer en mí en todo momento, incluso cuando yo dudaba. Su amor y sabiduría me han guiado a lo largo de este camino.

A mis profesores y mentores, quienes con paciencia y dedicación me brindaron las herramientas necesarias para enfrentar los retos académicos. Sus enseñanzas han dejado una huella imborrable en mi formación profesional.

A mis amigos, por estar a mi lado en las buenas y en las malas, por sus palabras de aliento y por esos momentos de distracción que tanto necesitaba. Su compañía ha sido vital para mantener el equilibrio entre estudio y vida personal.

A mis compañeros de estudio, por su colaboración y por compartir conmigo largas horas de trabajo y esfuerzo. Juntos hemos superado obstáculos y aprendido lecciones valiosas.

Y finalmente, a mi estrella, que se mantuvo presente durante mi niñez y adolescencia y aunque sé que no pude tenerte a mi lado durante mi proceso para convertirme en profesional, tengo muy presente todo el apoyo y amor que me brindaste durante 18 años. Gracias por haber sido mi refugio y mi fuerza, por haberme motivado a seguir adelante hasta el último momento y por creer en mis sueños. Este logro también es tuyo.

Esta tesis es el resultado de un esfuerzo colectivo y representa el apoyo y el cariño de todas estas personas. A todos ustedes, les dedico este trabajo con profundo agradecimiento y aprecio

Doménica Alejandra Mendoza Cárdenas

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a mi familia por su constante apoyo y comprensión durante este proceso. A mis profesores y asesores, por su invaluable orientación académica y sabios consejos que han enriquecido mi investigación. A mis amigos, por su ánimo incondicional y aliento en los momentos de dificultad. Mi gratitud hacia todas las personas que colaboraron de alguna forma en la recolección de datos y en la realización de este proyecto. A la institución que facilitó el acceso a recursos y materiales necesarios para llevar a cabo esta investigación, mi más profundo agradecimiento. Expreso especial reconocimiento a aquellos que me brindaron su tiempo y conocimientos expertos para el desarrollo de este trabajo. Agradezco a cada persona que, de manera directa o indirecta, contribuyó a la culminación de este esfuerzo académico.

Por último, agradezco a todas aquellos que creyeron en mí y me motivaron a continuar, incluso en los momentos de mayor desafío. Su confianza fue fundamental para alcanzar este logro. ¡Gracias por ser parte de este importante capítulo en mi formación académica y profesional!

Doménica Alejandra Mendoza Cárdenas

Resumen

Los organismos planctónicos son los principales productores de energía del ambiente estuarino desarrollando un rol fundamental en el ecosistema, es así como, a través de esta investigación cuantitativa, se evaluó la abundancia y diversidad fitoplanctónica en los estuarios de los ríos Chone (ERC) y Portoviejo (ERP) teniendo en cuenta las mareas de Cuadratura y Sicigia. Por ello, se colectaron muestras de fitoplancton durante diciembre 2023 y enero 2024 tomando datos de parámetros ambientales y de nutrientes. Se estimó su abundancia relativa y absoluta aplicando los índices de: Diversidad *Shannon*, Riqueza *Margalefy* y Equitatividad *Pielou*, Disimilitud *Bray Curtis* y Similitud. Se registraron 25 especie agrupadas como: diatomeas (19 especies, predominando *Rhizosolenia sp* en el ERC, *Botyrius aurita* en el ERP) y dinoflagelados (6 especies, predominando *Ceratium candelabrum* y *C. extensum* en ambos estuarios); los índices ecológicos indicaron que ambos estuarios presentaron diversidad ($H=3,14$ bits; $J=1,0$ bits/ind) y equitatividad similar ($H=3,12$ bits; $J=1,0$ bits/ind), sin embargo, el ERC presentó mayor riqueza que ERP (5,04 bits/4,92 bits). Los índices de Similitud-Disimilitud indicaron que ambos estuarios fueron similares. Durante la temporada seca ambos estuarios presentaron condiciones hidrológicas similares, mas no en la temporada lluviosa. Se sugiere realizar estudios posteriores con mayor número de muestreos que permitan comprender la variabilidad del fitoplancton en función de las condiciones hidrológicas

Palabras clave: estuario, índices ecológicos, diversidad, abundancia, *fitoplancton*

Abstract

Planktonic organisms are the main energy producers in estuarine environments, playing a fundamental role in the ecosystem. Through this quantitative research, the abundance and diversity of phytoplankton in the Chone River Estuary (ERC) and Portoviejo River Estuary (ERP) were evaluated, considering both neap and spring tides. To this end, phytoplankton samples were collected during December 2023 and January 2024, along with data on environmental parameters and nutrients. Relative and absolute abundance was estimated using the Shannon diversity, Margalef richness, and Pielou equitability indices, as well as Bray-Curtis dissimilarity and similarity. A total of 25 species were recorded, classified as diatoms (19 species, with *Rhizosolenia* sp. predominating in the ERC and *Botryrius aurita* in the ERP) and dinoflagellates (6 species, with *Ceratium candelabrum* and *C. extensum* predominating in both estuaries). The ecological indices indicated that both estuaries showed similar diversity ($H=3.14$ bits; $J=1.0$ bits/ind) and equitability ($H=3.12$ bits; $J=1.0$ bits/ind), however, the ERC presented higher richness than ERP (5.04 bits/4.92 bits). The similarity-dissimilarity indices indicated that both estuaries were similar. During the dry season, both estuaries presented similar hydrological conditions, but not during the rainy season. It is suggested to carry out further studies with a larger number of samplings to understand the variability of phytoplankton as a function of hydrological conditions.

Keywords: estuary, ecological indices, diversity, abundance, phytoplankton

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	13
Metodología.....	16
Área de estudio.....	16
Obtención de muestras	17
Fijación de las muestras	18
Identificación y cuantificación de Fitoplancton	18
Estimación de la abundancia	18
Índices de diversidad.....	19
Análisis estadístico.....	19
Resultados.....	20
Identificación taxonómica del fitoplancton.....	20
Composición específica y riqueza de Fitoplancton.....	27
Índices de diversidad específica.....	32
Similitud de la diversidad estuario río Chone y estuario La Boca	33
Parámetros fisicoquímicos del estuario del río Chone y del estuario La Boca	33
Discusión.....	34
Conclusión	38
Bibliografía.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Tabla de especies de Fitoplancton y la cantidad de individuos en el Estuario río Chone y el Estuario La Boca..... **29**

Tabla 2. Índices ecológicos de las especies de fitoplancton en el estuario río Chone y estuario La Boca..... **32**

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

Figura 1. Localizacion de las estaciones establecidas en los estuarios del río Chone y del río Portoviejo.....	16
Figura 2. Abundancia de especies en el estuario del río Chone 12/2023 – 01/2024.....	30
Figura 3. Abundancia de especies en el estuario del río Chone 12/2023 – 01/2024.....	30
Figura 4. Abundancia relativa del fitoplancton del Estuario del río Chone.....	31
Figura 5. Abundancia relativa del fitoplancton del Estuario La Boca.....	32
Figura 6. Parámetros físico – químicos del estuario río Chone.....	33
Figura 7. Parámetros físico – químicos del estuario La Boca.....	34

Introducción

Los estuarios son uno de los ecosistemas marino-costeros con mayor biodiversidad e incluyen especies de aves, peces, crustáceos, moluscos y otras especies macro y microscópicas. En las zonas costeras, la influencia de las mareas es evidente en los estuarios (Jiménez, 2014) es por esto que existe un creciente interés en dilucidar información acerca de las especies presentes en estos ecosistemas, como sugiere Castro et al., 2015 refiriéndose a las comunidades fitoplanctónicas.

En el estuario del río Cojimíes, se llevó a cabo un estudio el cual evaluó la distribución y diversidad de especies planctónicas durante octubre de 2016 y febrero de 2017. Se observó un total de 60 especies de fitoplancton, siendo las diatomeas el taxón más dominante. Reportó un bajo índice de diversidad con 1.43 bits de fitoplancton y 2.06 bits en zooplancton, con diferencias significativas entre la distribución temporal. La temperatura tuvo correlación con las especies de determinando así que el estuario de Cojimíes presenta un ambiente altamente influenciado por las condiciones ambientales y oceanográficas (Cedeño y Muñoz, 2017).

Ecosistemas similares han sido estudiados por Tapia y Naranjo (2012), en su investigación sobre la caracterización del plancton en Bahía de Caráquez y en el estuario del río Chone durante marzo de 2012, identificaron como especies dominantes a *Chaetoceros curvistetus*, *Ch. radicans* y *Leptocylindrus danicus*. Además, destacaron que las especies con mayor distribución en el sistema estuarino y marino fueron *Thalassionema nitzschioides*, conocida por habitar ecosistemas estuarinos, y *Pleurosigma angulatum*, reconocida por su alta tolerancia a distintos rangos de salinidad.

Por su parte, Coello (2010) llevó a cabo un estudio en el que analizó los resultados de un evento de marea roja en el estuario del río Chone, así como las variables fisicoquímicas que permitieron la proliferación de *Scyphosiphonia trochoidea*. Se determinó que este evento no

presentó características tóxicas y fue consecuencia de una disminución en los niveles de oxígeno disuelto, lo que afectó a las poblaciones de la anchoveta *Cetengraulis mysticetus*.

Finalmente, Naranjo y Tapia (2014) examinaron la productividad planctónica en la bahía de Pedernales durante 2013, comparando la época seca con la época húmeda de ese año. Encontraron que las especies fitoplanctónicas más frecuentes en ambas estaciones fueron *Thalassiotrix frauenfeldii*, *Dinophysis caudata* y *Chaetoceros coarctatus*. Además, observaron una relación inversamente proporcional entre la productividad de clorofila a y la biomasa de zooplancton, sugiriendo que estos patrones de productividad son el resultado de interacciones biológicas de pastoreo del zooplancton herbívoro sobre el fitoplancton.

La relación entre la abundancia y diversidad del plancton en el estuario de los ríos Chone y Portoviejo y las variables hidrológicas es poco comprendida. El cómo influyen la temperatura, salinidad, nutrientes y dinámica del agua en la composición y cantidad del plancton en esta región es totalmente desconocido. La falta de comprensión de estas relaciones dificulta la implementación de medidas concretas para preservar la biodiversidad y la funcionalidad de dichos ecosistemas, coincidiendo con Álvarez (et al., 2012) quien concluye que la carencia de conocimientos acerca de este tipo de ecosistemas limita la capacidad para desarrollar estrategias efectivas de conservación y gestión. Es crucial identificar estas relaciones para proponer soluciones efectivas que contribuyan a la conservación del estuario del río Chone y Portoviejo.

Es así, que a través de este trabajo de investigación se pretendió: 1) dilucidar información acerca de la relación entre la abundancia y diversidad del plancton en los estuarios de los ríos Chone y Portoviejo y las variables hidrológicas; 2) identificar las especies de fitoplancton presentes en estos ecosistemas con la finalidad de aportar conocimiento a futuras investigaciones; y 3) con los resultados de esta investigación, contribuir a una mejor

comprensión de dichos ecosistemas, generando información de apoyo a los gestores de recursos naturales, que les permita desarrollar estrategias para la conservación de los mismos.

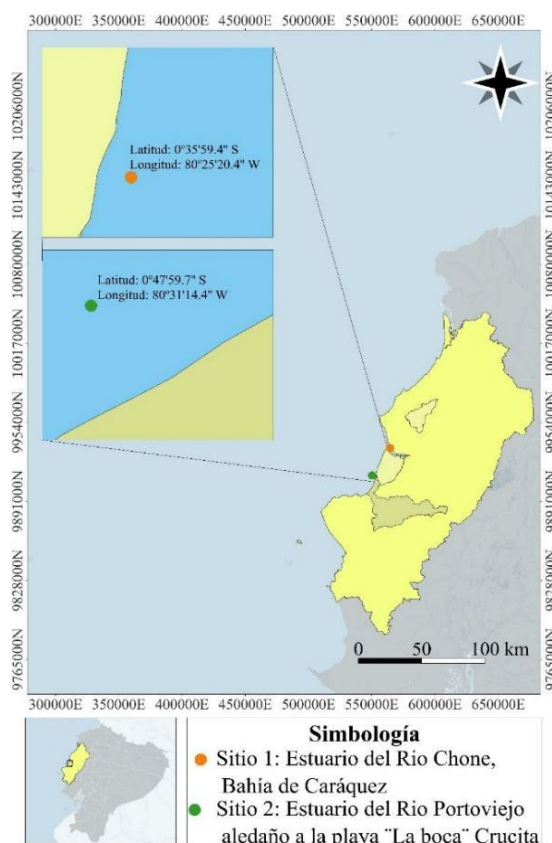
Metodología

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en los estuarios del río Chone y del río Portoviejo (la Boca), ubicados en la zona centro-norte de Manabí (figura 1).

Figura 1.

Localización de las estaciones establecidas en los estuarios del río Chone y del río Portoviejo.



El estuario del río Chone ($00^{\circ} 54' 00''$ N - $80^{\circ} 27' 00''$ O) es el más grande de los dos, con una superficie de aproximadamente 100 kilómetros cuadrados. Se encuentra formado un sistema fluvial-carrizal, con desembocadura frente a Bahía de Caráquez. Cuenta con una profundidad variable con un máximo aproximado de 11 m. Sin embargo, presenta una disminución debido a la sedimentación (Pacheco et al., 2017).

El estuario del río Portoviejo (00° 57' 00"N - 80° 24' 00") cuenta con una superficie de aproximadamente 30 kilómetros cuadrados. Se forma por varias microcuencas y subcuencas, siendo la fuente principal el río Portoviejo que desciende desde la cordillera Chongón - Colonche hasta el océano Pacífico atravesando zonas urbanas y rurales de los cantones Portoviejo y Rocafuerte (Quiroz et al., 2017).

Obtención de muestras

Se realizó a través de muestreos se llevados a cabo durante los meses de diciembre de 2023 y enero de 2024. En total se realizaron cuatro salidas de campo, dos muestreos en cada lugar durante las pleamares en mareas de cuadratura y dos durante bajamares en mareas de sicigia.

En el estuario río Chone se realizó el primer muestreo el día jueves 21 de diciembre del año 2023 en sicigia a las 9:30 AM con ET¹ soleado, el segundo muestreo el día jueves 25 de enero del año 2024 en cuadratura a las 10:00 AM con ET parcialmente nublado; para el Estuario La Boca se realizó el primer muestreo el día 22 de diciembre del año 2023 en sicigia a las 12:30 AM con ET nublado, el segundo muestreo el día viernes 26 de enero del año 2024 en cuadratura a las 12:03 AM con ET parcialmente nublado.

Para coleccionar las muestras de fitoplancton se tomó como guía la metodología de Samanez et al., (2014) exceptuando el uso de la embarcación. Se utilizó una red cónica con una boca de 30 cm de diámetro, una malla de 25 µm y 1,50 m de largo, se trazó un transecto a lo largo de la berma de la playa de 100 m, ingresando a la zona intermareal a 1,60 m de profundidad, aproximadamente 10 a 15 m desde el frente de la playa, se realizó un arrastre de forma horizontal con la red a 30 cm por debajo de la superficie, con un recorrido de ida y vuelta de forma lenta y sin tirones bruscos para evitar la pérdida de muestras. Las coordenadas de los puntos de muestreo fueron registradas mediante GPS Garmin modelo GPSmap76CSx.

¹ Estado del clima

Además, se tomaron los parámetros fisicoquímicos *in situ* en cada una de las estaciones de muestreo; transparencia, pH, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto; de forma *ex situ* se analizaron nutrientes: amonio total, nitritos, nitratos y fosfatos.

Fijación de las muestras

Una vez recolectadas las muestras, se almacenaron en frascos plásticos de 1 litro de capacidad, previamente rotulados. Estas fueron preservadas con una solución de alcohol y formalina en proporciones de 80:20, para su posterior transporte y análisis en el laboratorio de algas del campus Bahía de Caráquez de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Sede Manabí.

Identificación y cuantificación de Fitoplancton

Para llevar a cabo el análisis cuantitativo y taxonómico del fitoplancton, se realizó una concentración de las muestras fijadas en 200 ml de agua de mar filtrada. Se realizaron tres réplicas para cada sitio, extrayendo alícuotas de 1 ml con una pipeta graduada, las cuales fueron colocadas en una cámara de recuento de Sedwick-Rafter para su observación microscópica en un área de 2x2 cuadros.

La identificación del fitoplancton se realizó hasta el nivel de "orden" utilizando guías taxonómicas ilustradas, específicamente el "*Manuel de Planctologie Méditerranéenne*" (Trégouboff & Rose, 1957) e "*Identifying Marine Phytoplankton*" (Hasle et al., 1997). De las observaciones hechas en el microscopio se tomaron fotografías empleando el software Microcapture®.

Estimación de la abundancia

La abundancia absoluta (a_i) se promedió para ambos sitios, y se obtuvo la desviación estándar para determinar la dispersión de las especies. Se determinó la abundancia relativa (a_i %) de cada especie, se calculó a partir del cociente del número de individuos de la especie entre el total de individuos de todas las especies capturadas, representado en porcentaje.

Índices de diversidad

Siguiendo las pautas de Moreno (2001) para la evaluación de los índices de diversidad, se emplearon enfoques en la riqueza específica, así como en la estructura de la comunidad. En la estimación de la riqueza específica para cada sitio se utilizó el índice de Margalef, mientras que para evaluar la estructura de las comunidades planctónicas se aplicó el índice de Shannon-Weaver como un indicador de dominancia, además del índice de Equitatividad de Pielou. Todos estos cálculos se realizaron utilizando el software estadístico PAST 4.17.

Análisis estadístico

Se calculó el índice de disimilitud de Bray Curtis y el índice de similitud de Jaccard con el objetivo de reconocer diferencias en la composición de especies entre las dos zonas. Todos los análisis estadísticos fueron realizados mediante el programa PAST 4.17.

Resultados

Identificación taxonómica del fitoplancton

Como resultado se identificaron de 19 especies pertenecientes a la clase diatomeas (*Bacillariophyceae*) y 6 dinoflagelados (*Dinophyceae*), descritas de forma taxonómica a continuación:

1. *Thalassionema sp*

Reino: Chromista

Filo: Heterokontophyta

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Thalassionematales

Familia: Thalassionemataceae

Género: *Thalassionema*

Especie: *Thalassionema sp*

2. *Rhizosolenia sp.*

Reino: Chromista

Filo: Heterokontophyta

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Rhizosoleniales

Familia: Rhizosoleniaceae

Género: *Rhizosolenia*

Especie: *Rhizosolenia sp.*

3. *Biddulphia mobiliensis*

Reino: Chromista

Filo: Heterokontophyta

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Biddulphiales

Familia: Biddulphiaceae

Género: *Biddulphia*

Especie: *Biddulphia mobiliensis*

4. *Biddulphia aurita*

Reino: Chromista

Filo: Heterokontophyta

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Biddulphiales

Familia: Biddulphiaceae

Género: *Biddulphia*

Especie: *Biddulphia aurita*

5. *Gyrosigma sp.*

Reino: Chromista

Filo: Heterokontophyta

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Naviculales

Familia: Pleurosigmataceae

Género: *Gyrosigma*

Especie: *Gyrosigma sp.*

6. *Triceratium favus*

Reino: Chromista

Filo: Heterokontophyta

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Triceriales

Familia: Triceratiáceas

Género: *Triceratium*

Especie: *Triceratium favus*

7. *Bacteriastrum sp.*

Reino: Chromista

Filo: Heterokontophyta

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Chaetocerotales

Familia: Chaetocerotaceae

Género: *Bacteriastrum*

Especie: *Bacteriastrum sp.*

8. *Chaetoceros sp.*

Reino: Chromista

Filo: Heterokontophyta

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Chaetocerotales

Familia: Chaetocerotaceae

Género: *Chaetoceros*

Especie: *Chaetoceros sp.*

9. *Chaetoceros coarctatus*

Reino: Chromista

Filo: Heterokontophyta

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Chaetocerotales

Familia: Chaetocerotaceae

Género: *Chaetoceros*

Especie: *Chaetoceros coarctatus*

10. *Coscinodiscus sp*

Reino: Chromista

Filo: Heterokontophyta

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Coscinodiscas

Familia: Coscinodiscáceas

Género: *Coscinodiscus*

Especie: *Coscinodiscus sp*

11. *Asterionella japonica*

Reino: Chromista

Filo: Heterokontophyta

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Fragilariales

Familia: Fragilariáceas

Género: *Asterionella*

Especie: *Asterionella japonica*

12. *Skeletonema sp*

Reino: Chromista

Filo: Heterokontophyta

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Thalassiosirales

Familia: Skeletonemataceae

Género: *Skeletonema*

Especie: *Skeletonema sp.*

13. *Eucampia zodiacus*

Reino: Chromista

Filo: Heterokontophyta

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Hemiaulales

Familia: Hemiauláceas

Género: *Eucampia*

Especie: *Eucampia zodiacus*

14. *Cerataulina sp.*

Filo: Heterokontophyta

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Hemiaulales

Familia: Hemiauláceas

Género: *Cerataulina*

Especie: *Cerataulina sp.*

15. *Leptocylindrus danicus*

Filo: Heterokontophyta

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Leptocylindrales

Familia: Leptocylindraceae

Género: *Leptocylindrus*

Especie: *Leptocylindrus danicus*

16. *Ditylum sp***Filo:** Heterokontophyta**Clase:** Bacillariophyceae**Orden:** Litodesmiales**Familia:** Lithodesmiaceae**Género:** *Ditylum***Especie:** *Ditylum sp***17. *Nitzschia sp.*****Filo:** Heterokontophyta**Clase:** Bacillariophyceae**Orden:** Bacillariales**Familia:** Bacillariaceae**Género:** *Nitzschia***Especie:** *Nitzschia sp.***18. *Melosira sp.*****Filo:** Heterokontophyta**Clase:** Bacillariophyceae**Orden:** Melosirales**Familia:** Melosiráceas**Género:** *Melosira***Especie:** *Melosira sp.***19. *Navicula sp.*****Filo:** Heterokontophyta**Clase:** Bacillariophyceae**Orden:** Naviculales

Familia: Naviculáceas

Género: *Navicula*

Especie: *Navicula sp.*

20. *Peridinium sp*

Filo: Heterokontophyta

Clase: Bacillariophyceae

Orden: Peridinales

Familia: Peridiniáceas

Género: *Peridinium*

Especie: *Peridinium sp.*

21. *Ceratium longipes*

Filo: Miozoa

Clase: Dinophyceae

Orden: Gonyaulacales

Familia: Ceratiaceae

Género: *Ceratium*

Especie: *Ceratium longipes*

22. *Ceratium tripos*

Filo: Miozoa

Clase: Dinophyceae

Orden: Gonyaulacales

Familia: Ceratiaceae

Género: *Ceratium*

Especie: *Ceratium tripos*

23. *Ceratium macroceros***Filo:** Miozoa**Clase:** Dinophyceae**Orden:** Gonyaulacales**Familia:** Ceratiaceae**Género:** *Ceratium***Especie:** *Ceratium macroceros***24. *Ceratium candelabrum*****Filo:** Miozoa**Clase:** Dinophyceae**Orden:** Gonyaulacales**Familia:** Ceratiaceae**Género:** *Ceratium***Especie:** *Ceratium candelabrum***25. *Ceratium extensum*****Filo:** Miozoa**Clase:** Dinophyceae**Orden:** Gonyaulacales**Familia:** Ceratiaceae**Género:** *Ceratium***Especie:** *Ceratium extensum***Composición específica y riqueza de Fitoplancton**

Se registraron 25 especies en ambos sitios, correspondientes al total de microalgas observadas, pertenecientes a dos clases de fitoplancton (Cel/m^3), 19 diatomeas

(*Bacillariophyceae*) correspondientes a 15 familias y 6 dinoflagelados (*Dinophyceae*) correspondientes a dos familias (tabla 1).

Tabla 1.

Tabla de especies de Fitoplancton y la cantidad de individuos en el Estuario río Chone y el Estuario La Boca.

Organismos identificados			Estuario río Chone		Estuario La Boca		
Clase	Familia	Especies	Muestreo 1 (21/12/23, sisigia)	Muestreo 2 (25/01/24, cuadratura)	Muestreo 1 (22/12/23, sisigia)	Muestreo 2 (26/01/24, cuadratura)	
Diatomeas <i>(Bacillariophyceae)</i>	<i>Thalassionemataceae</i>	<i>Thalassionema sp</i>	3	4	--	--	
	<i>Rhizosoleniaceae</i>	<i>Rhizosolenia sp.</i>	7	3	--	4	
	<i>Biddulphiaceae</i>	<i>Biddulphia aurita</i>		4	--	6	4
		<i>B. mobiliensis</i>		6	3	3	3
	<i>Pleurosigmataceae</i>	<i>Gyrosigma sp.</i>	3	--	4	4	
	<i>Triceratiaceae</i>	<i>Triceratium favus</i>	2	4	3	5	
	<i>Chaetocerotaceae</i>	<i>Bacteriastrum sp.</i>		2	1	4	3
		<i>Chaetoceros. Sp</i>		--	2	4	3
		<i>C. coarctatus</i>		2	3	1	4
	<i>Coscinodiscaceae</i>	<i>Coscinodiscus sp</i>	2	--	2	2	
	<i>Fragilariaceae</i>	<i>A. japónica</i>	--	1	--	3	
	<i>Skeletonemaceae</i>	<i>Skeletonema sp.</i>	5	2	--	2	
	<i>Hemiaulaceae</i>	<i>E. zoodiacus</i>		1	3	--	1
		<i>Cerataulina sp.</i>		3	--	1	1
	<i>Leptocylindraceae</i>	<i>L. danicus</i>	--	5	3	3	
	<i>Lithodesmiaceae</i>	<i>Ditylum sp</i>	2	--	2	4	
	<i>Bacillariaceae</i>	<i>Nitzschia sp</i>	--	1	3	--	
	<i>Melosiraceae</i>	<i>Melosira sp.</i>	--	3	2	2	
	<i>Naviculaceae</i>	<i>Navicula sp.</i>	--	2	--	1	
	Dinoflagelados <i>(Dinophyceae)</i>	<i>Peridiniaceae</i>	<i>Peridinium sp</i>	--	3	2	1
<i>Ceratiaceae</i>		<i>C. longipes</i>	2	1	--	3	
		<i>C. tripos</i>	--	--	1	1	
		<i>C. macroceros</i>	5	2	2	--	
		<i>C. candelabrum</i>	--	1	2	3	
<i>C. extensum</i>	--	3	2	3			

Figura 2.

Abundancia de especies en el estuario del río Chone 12/2023 – 01/2024

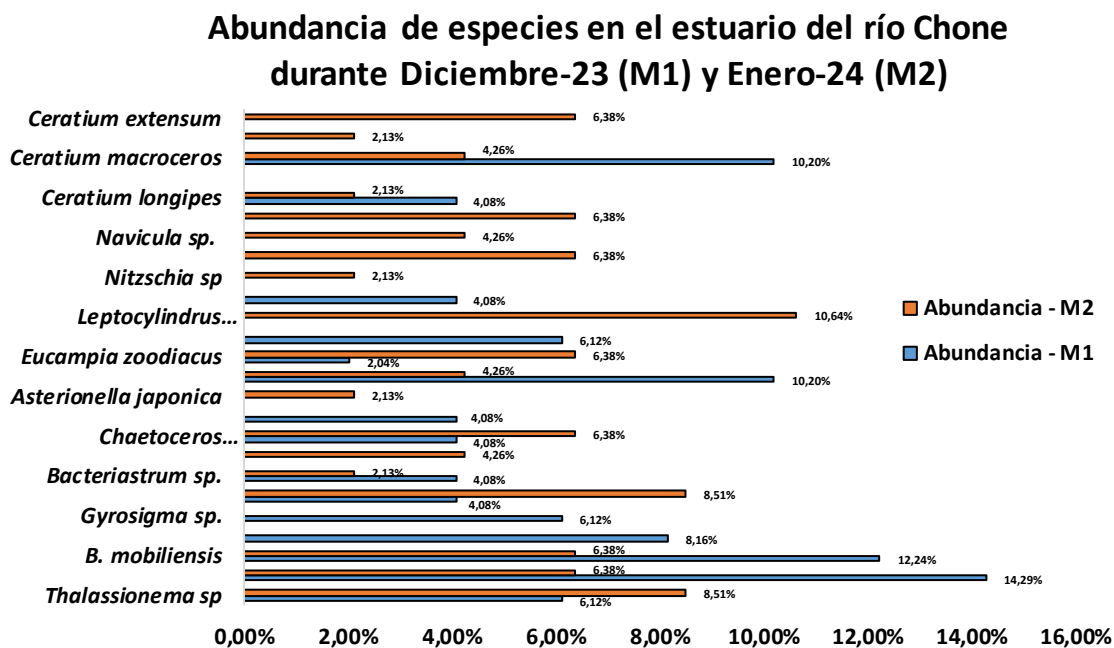
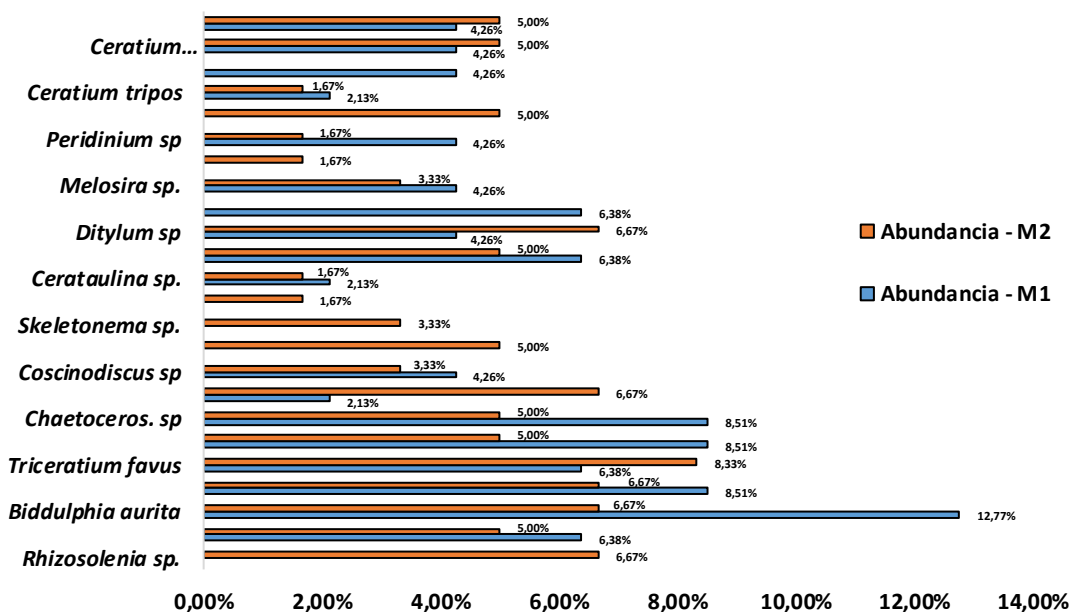


Figura 3.

Abundancia de especies en el estuario La Boca 12/2023 – 01/2024

Abundancia de especies en el estuario La Boca durante Diciembre-23 (M1) y Enero-24 (M2)

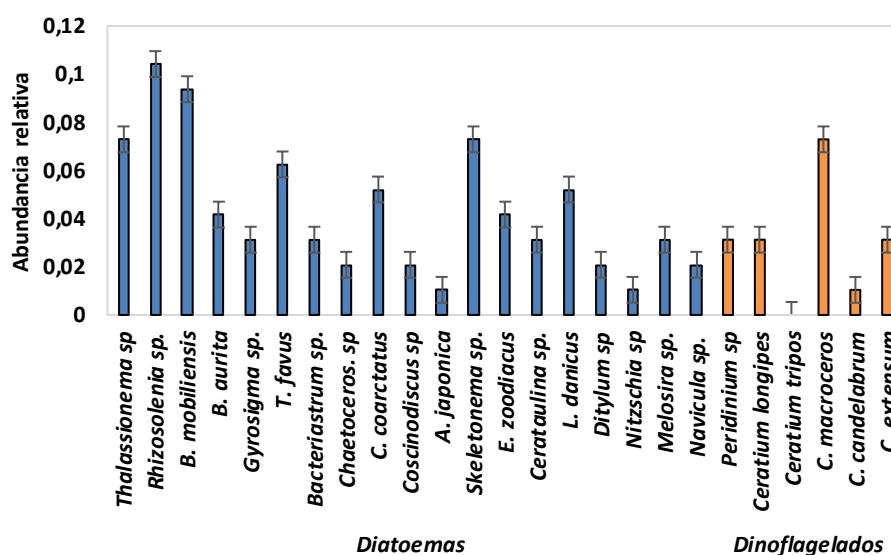


En la figura 2 y 3 se observan las especies de los grupos identificados correspondieron a Diatomeas y Dinoflagelados, teniendo mayor representación las diatomeas.

La diatomea más abundante en el estuario del río Chone fue *Rhizosolenia sp* con una representación de 24,78%; mientras que en los dinoflagelados la especie más dominante fue *Ceratium candelabrum* con un 14,46% de representación. La abundancia relativa de la mayoría de especies no superó el 0,05% (figura 4), a excepción de *Rhizosolenia sp.* (0,10%), *B. mobiliensis* (0,09%), *Thalassionema sp* (0,07%), *Skeletonema sp.* (0,07%) y *Gyrosigma sp.* (0,06%).

Figura 4.

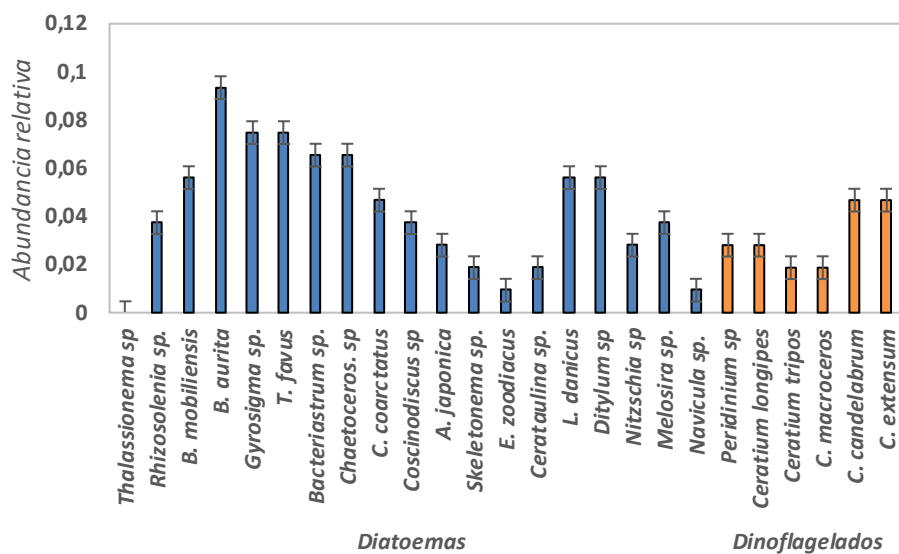
Abundancia relativa del fitoplancton del Estuario del río Chone



En el estuario La Boca la diatomea de mayor predominio fue *Biddulphia aurita* (23,95%) y los dinoflagelados *Ceratium candelabrum* y *Ceratium extensum* (9,26% para ambos). Se determinó (figura 5) que solamente las diatomeas *B. aurita*, *Gyrosigma sp.*, *T. Favus*, *Bacteriastrium sp*, *Chaetoceros sp*, *L. Danicus*, *Ditylum sp* y *B. mobiliensis* presentaron una dominancia mayor al 0,05%.

Figura 5.

Abundancia relativa del fitoplancton del Estuario La Boca



Índices de diversidad específica

Los valores obtenidos (Tabla 2) indican que en el índice de Shannon-Weaver presentó similitud de diversidad entre el estuario La Boca y el río Chone con 3,14 bits y 3,12 bits. El índice de riqueza de Margalef nos indica que el estuario del río Chone tiene mayor riqueza de especies con 5,05 bits que el estuario La Boca con 4,94 bits. Mientras que el índice de Pielou indica que el estuario río Chone y estuario La boca presentan una equitatividad similar con 0,98 bits/ind y 0,99 bits/ind respectivamente.

Tabla 2.

Índices ecológicos de las especies de fitoplancton en el estuario río Chone y estuario La Boca.

Estuario	Diversidad Shannon-Weaver	Riqueza Margalef	Equitatividad Pielou	Disimilitud Bray Curtis	Similitud Jaccard
Río Chone	3.12	5.04	0.98	0,67	1,0
La Boca	3.14	4.92	0.99	0,67	1,0

Similitud de la diversidad estuario río Chone y estuario La Boca

El cálculo del índice de disimilitud de Bray Curtis con 0,67 bits indica que las especies en el Estuario río Chone y La Boca son altamente similares, basándose en la abundancia y la composición de las especies. Mientras que, para el índice de similitud de Jaccard con 1 bits indica una similitud alta, con excepción de *Thalassionema sp* misma que no reportó presencia en La Boca y *Ceratium tripos* que no se encontró en el río Chone (tabla 2).

Parámetros fisicoquímicos del estuario del río Chone y del estuario La Boca

Como resultado de los dos muestreos realizados en diciembre de 2023 en sicigia y enero 2024 en Cuadratura para el estuario río Chone, no muestran diferencia entre los valores de los parámetros físicosquímicos presentados. A excepción de la salinidad y la turbidez (figura 5). De la misma manera se reporta en el Estuario La boca, con excepción de la salinidad, turbidez y el fosfato (Figura 6).

Figura 6.

Parámetros físico – químicos del estuario río Chone

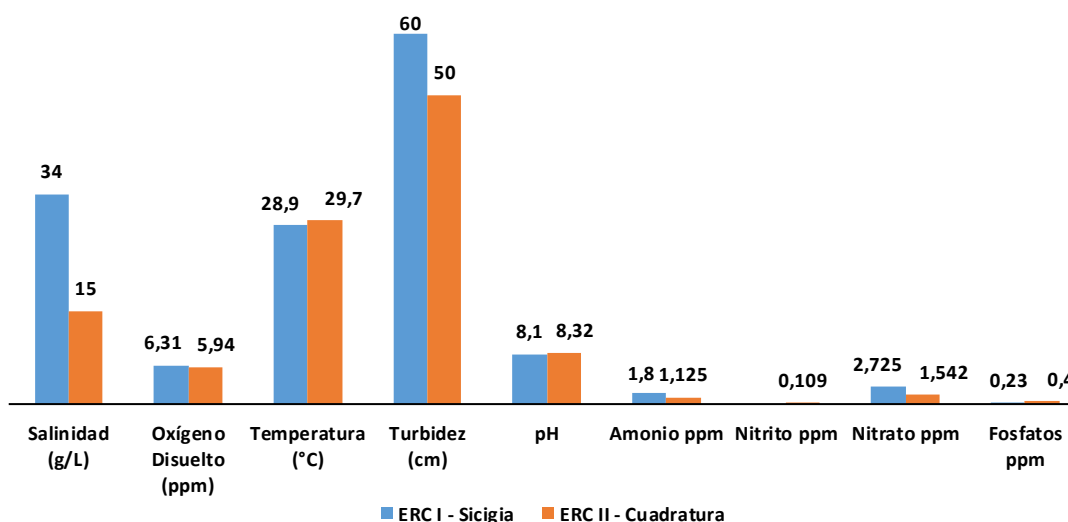
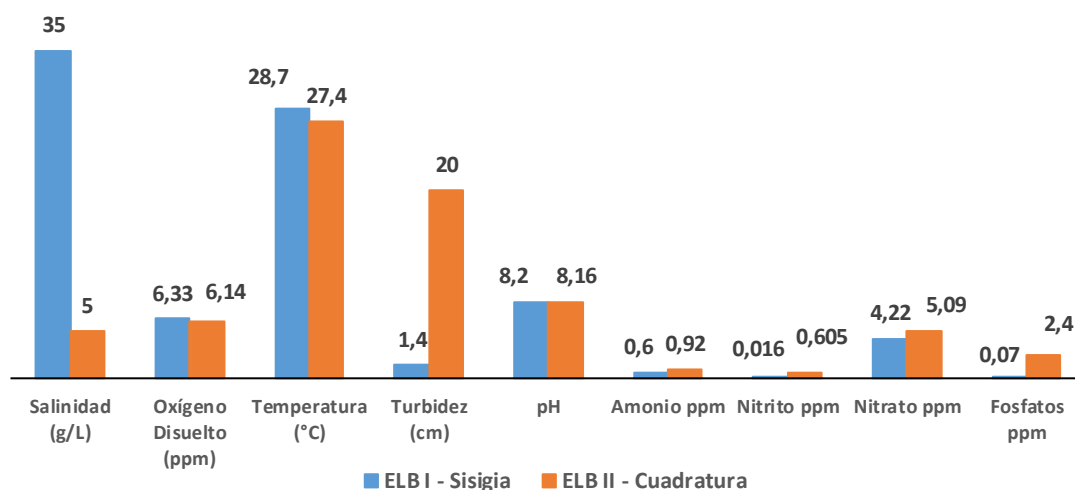


Figura 7.*Parámetros físico – químicos del estuario La Boca***Discusión**

Este trabajo de investigación tuvo como propósito evaluar la abundancia y diversidad fitoplanctónica en los estuarios de los ríos Chone y Portoviejo, en relación a sus cuencas hidrológicas.

En un estudio realizado en el estuario de Cojimíes por Cabrera y Alió (2020) fueron determinados la abundancia, composición y diversidad del fitoplancton, presentando como resultado 22 especies; de las cuales 7 familias eran diatomeas con 16 especies, siendo *Chaetoceros coarctatus* (*Chaetocerotaceae*) la más representativa de este orden y 2 familias de dinoflagelados con 6 especies, siendo las más dominantes *Ceratium tripos* y *C. macroceros* (*Ceratiaceae*). Dichas especies coinciden con las reportadas en este estudio, sin embargo, el estudio de Salcedo y Salazar (2019) compara ambas zonas y determina que el estuario del río Chone presenta mayor dominancia de cianofitas debido a las concentraciones de silicato y nitrato, mientras que el estuario de Cojimíes presenta dominancia de diatomeas y copépodos gracias a los bajos niveles de silicato y nitrato debido al incremento de la salinidad.

A pesar de ello nuestro estudio determina que el estuario del río Chone tiene mayor dominancia de diatomeas, lo que muestra que las condiciones han cambiado en los últimos años. Es importante tener en cuenta que los nutrientes cumplen un papel importante en dichos cambios, por su parte la presencia de silicato es esencial para el desarrollo las diatomeas.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la examinación bajo microscopio, se identificaron a las diatomeas como el orden más dominante sobre los dinoflagelados. Siendo *Biddulphia mobiliensis* la especie más dominante de este estudio. Sin embargo, en el estuario río Chone predominó *Rhizosolenia sp.* mientras que en el estuario La Boca fue *B. aurita*. Jiménez (2014) indica que las diatomeas son el orden más importante y predominante dentro del Ecuador debido a las condiciones hidrobiológicas que presentan los estuarios de nuestro país. De igual manera un estudio realizado por Coello (1996) reflejo que en los análisis cuali-cuantitativos que *Rhizosolenia styliformis* fue una de mas especies con mayor dominancia en las costas ecuatorianas, un estudio un poco más reciente presentado por Salcedo y Salazar (2019) presentan a *Biddulphiaceae* como una de las familias con mayor distribución y abundancia en los estuarios del río Chone y del río Cojimíes.

El reporte presentado por el IPIAP durante el Crucero del 2022 expresa que la abundancia de fitoplancton recolectado en 12 estaciones, 11 de ellas ubicadas en los veriles 80° y 81° y una en el veril 82° en tres estaciones (centro, sur y norte) fueron compuestas por diatomeas y dinoflagelados, al igual que en este estudio. Entre las especies mencionadas se encuentran *Rhizosolenia sp.* *Gyrosigma sp.* *Leptocylindrus danicus* y *Chaetoceros coarctatus* mismas que fueron reportadas en ambas zonas de nuestro estudio (Bucheli et al., 2023).

En el presente trabajo realizado en los estuarios del río Chone y Portoviejo (La Boca) se registró un índice de diversidad de 3,12 – 3,14 bits, indicando una diversidad alta para ambas zonas y una equidad de 0,98 – 0,99. El estudio presentado por Cabrera y Alió (2020) en el estuario de Cojimíes también reporta una alta diversidad con 2,74 – 3,06 bits y una equidad de

0,97 – 0,98 valores. Indicando así que la comunidad fitoplanctónica es bastante alta y diversa, pero con una baja dominancia de especies. Este estudio reportó presencia de especies de diatomeas y dinoflagelados encontradas en este trabajo.

Adicional a esto se reportó un índice de similitud de 1,0 bits y disimilitud de 0,67 bits y un índice de equidad con 0,98 bits/ind y 0,99 bits/ind respectivamente. Lo cual coincide con el estudio de Caicedo y Quijije (2020) el cual indica que la equidad de la comunidad fitoplanctónica es de 0,90 bits/ind, con una similitud de 0,90 bits y disimilitud de 0,70 bits.

Todos los estudios mencionados anteriormente coinciden que el resultado expuesto en los índices se ve directamente relacionado con las características biológicas y ecológicas, además de las variables fisicoquímicas de las zonas.

El fitoplancton es un componente importante en la base de la cadena alimentaria en varios ecosistemas acuáticos, su composición y abundancia son mayormente susceptibles a cambios ambientales causados por fenómenos biológicos, físicos o químicos. Por lo tanto, como indica Costas y Rodas (2011) el estudio de los parámetros que pueden afectar al fitoplancton ayudará a entender y controlar mejor las actividades económicas que pueden verse afectadas por cambios en el fitoplancton.

Las condiciones oceanográficas y los parámetros físico-químicos juegan un papel importante en la distribución y diversidad del fitoplancton. Como menciona Asencio et al., (2015) en su estudio donde fue evaluada la incidencia de los parámetros ambientales en relación a la distribución de fitoplancton presentes en las columnas de agua de la provincia de Manabí. Dicho estudio expresa que la relación de las condiciones oceanográficas y nutrientes tienen un 80.0% de similitud con el afloramiento de las especies fitoplanctónicas. Un ejemplo de ellos son las especies *Dactyliosolen fragilissimus*, *Pseudonitzschia seriata* y *Leptocylindrus danicus* quienes expresan una correlación positiva con el nitrato, nitrito y silicato mientras que

Cylindrotheca closterium y *Pseudo-nitzschia* son correlativamente fuente e inversos a la temperatura y turbidez.

De igual manera expresa el estudio ya mencionado de Salcedo y Salazar (2019) donde los nutrientes se manifiestan en altas cantidades en los sustratos estuarinos del río Chone, Cojimíes y Bahía de Caráquez se ven relacionados con las especies de fitoplancton que allí habitan, sin embargo, los altos o bajos valores que dichos nutrientes presenten pueden aportar o inferir en la productividad del fitoplancton.

Se propone la realización de investigaciones adicionales que incorporen datos de un mayor número de muestreos, con el objetivo de identificar relaciones entre la diversidad y abundancia de fitoplancton y los resultados obtenidos de las mediciones de las variables hidrológicas, además de llevar a cabo análisis multivariados para evaluar dicha correlación.

Conclusión

- Se identificaron un total de 25 especies pertenecientes a dos órdenes de fitoplancton, 19 diatomeas (*Bacillariophyceae*) con a 15 familias y 19 especies; 6 dinoflagelados (*Dinophyceae*) con 2 familias y 6 especies.
- El estuario del río Chone y Portoviejo presentan una diversidad alta de especies de fitoplancton según el índice de Shannon con 3,12 – 3,14 bits y una equitatividad similar según el índice de Pileou con 0,98 bits/ind - 0,99 bits/ind. El índice de riqueza de Margalef nos indica que el estuario del río Chone tiene mayor riqueza de especies con 5,05 bits que el estuario La Boca con 4,94 bits.
- Se determinó que en los estuarios del río Chone y Portoviejo, la composición de las especies de fitoplancton es semejante según el índice de Bray Curtis (0,67 bits) y Jaccard (1,0 bits), indicando que ambos sitios tienen especies similares.
- La correlación entre las variables ambientales y físico-químicas con las especies de diatomeas y dinoflagelados reportadas no pudo determinarse por falta de datos, por ello se recomienda un próximo estudio con la mayor cantidad de datos para evaluar dicha correlación.
- El estuario rio Chone tuvo como especie más representativa a *Rhizosolenia* sp. mientras que para el estuario La Boca fue *Biddulphia aurita*, ambas especies presentan mayor representatividad en el muestreo realizado en sicigia.

Bibliografía

- Asencio, D. G., Salazar, D. C., & Santos, B. P. (2015). 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), 33-45.
- Álvarez-Góngora, C. C., De Los Angeles Liceaga-Correa, M., & Herrera-Silveira, J. A. (2012). Seasonal variations of community structures phytoplankton in groundwater discharge areas along the Northern Yucatán Peninsula coast. *Revista de Biología Tropical*, 60(1), 157–172.
- Bucheli, R., Garcia, D., Cajas, J. & Vergara, L. (2023). Composición, abundancia y diversidad del plancton con estimaciones de su estado trascendental durante el vi crucero hidroacústico, junio/julio 2022. *Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca*.
- Caicedo-Murillo, L., & Quijije-López, L. (2020). Composición y diversidad de la comunidad de fitoplancton en dos sectores contiguos de la bahía de Manta, Ecuador: Artículo de investigación. *Revista de Ciencias del Mar y Acuicultura YAKU*. ISSN: 2600-5824., 3(6), 2-12.
- 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.
- Castro, Divar & Chang, José. (2015). Principales Estuarios del Ecuador. *Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias Biológicas, Oceanicas y de Recursos Naturales*.
- Coello, D. (2010). Marea Roja ocasionada por *Scripsiella trochoidea* en el Estuario del río Chone (mayo 2007). *Revista de Ciencias Del Mar y Limnología*, 4(2), 93–100.

- Coello, D. (1996). Distribución del fitoplancton frente a la costa del Ecuador durante noviembre 1995.
- Costas, E., & Rodas, V. L. (2011, April). El papel del fitoplancton en el cambio climático: ¿cuánto depende nuestro destino de unas pequeñas microalgas? In *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia* (Vol. 77, No. 1).
- Hasle, G., Syvertsen, E., Jhrondsen, J., Steidinger, K., Jangen, K., & Heimdal, B. (1997). *Identifying Marine Phytoplankton* (C. Jomas (ed.)).
- Jiménez, R. (2014). Diatomeas y silicoflagelados del fitoplancton del Golfo de Guayaquil III Edición. *Acta Oceanográfica Del Pacífico*, 19(1), 1–89.
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad. 1.*
- Naranjo, C., & Tapia, M. (2014). *Productividad planctónica en la Bahía de Pedernales, Manabí-Ecuador durante el 2013.*
- Pacheco, A. D. J. M., Vera, M. N. Z., & Palma, C. R. (2017). Análisis de las condiciones geográficas y ecológicas del humedal La Segua, provincia de Manabí, Ecuador. *La Técnica*, (18), 70-88.
- Quiroz Fernández, L. S., Izquierdo Kulich, E., & Menéndez Gutiérrez, C. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 38(3), 41-51.
- Salcedo, J., & Salazar, D. M. C. (2019). Dinámica del plancton en la primera milla de la costa ecuatoriana, provincia de Manabí. *La Técnica: Revista de las Agrociencias. ISSN 2477-8982*, (21), 01-16.
- Samanez, I., Rimarachín, V., Palma, C., Arana, J., Ortega, H., Correa, V., & Hidalgo, M. (2014). Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú. In *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*.

<http://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wp-content/uploads/sites/21/2014/02/Métodos-de-Colecta-identificación-y-análisis-de-comunidades-biológicas.compressed.pdf>

Tapia, M. E., & Naranjo, C. (2012). Caracterización del plancton en Bahía de Caráquez y en el estuario del río Chone, Ecuador durante marzo de 2012. *Acta Oceanográfica Del Pacífico*, 17(1), 836.

Trégouboff, G., & Rose, M. (1957). *Manuel de Planctonologie Méditerranéenne* (II).