



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR CARRERA DE BIOLOGÍA**

**“DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE DINOFLAGELADOS Y SU  
RELACIÓN CON LOS PARÁMETROS ABIÓTICOS EN LA BAHÍA  
DE SANTA ELENA- ECUADOR.”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

**BIÒLOGA**

**AUTOR**

ANGIE CAROLINA BELTRÁN VILLALTA

**TUTOR**

Blgo. Eufredo Carlos Andrade Ruíz., M.Sc.

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2024**

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**“DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE DINOFLAGELADOS Y SU  
RELACIÓN CON LOS PARÁMETROS ABIÓTICOS EN LA BAHÍA  
DE SANTA ELENA- ECUADOR.”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previa a la obtención del Título de:

**BIÓLOGA**

Autor

**BELTRAN VILLALTA ANGIE CAROLINA**

Tutor

**BLGO. EUFREDO ANDRADE RUÍZ, M.Sc.**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2024**

## DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, "**DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE DINOFLAGELADOS Y SU REALACIÓN CON LOS PARÁMETROS ABIÓTICOS EN LA BAHÍA DE SANTA ELENA- ECUADOR.**", elaborada por ANGIE CAROLINA BELTRAN VILLALTA, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Bióloga, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente



---

**Blgo. Carlos Andrade Ruiz M.Sc.**  
**DOCENTE TUTOR**  
**C.I.: 0910798750**

## DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, “**DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE DINOFLAGELADOS Y SU RELACIÓN CON LOS PARÁMETROS ABIÓTICOS EN LA BAHÍA DE SANTA ELENA- ECUADOR.**”, elaborado por ANGIE CAROLINA BELTRAN VILLALTA, estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Bióloga, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente



**Blga. Dadsania Rodriguez Moreira, Mgt.**  
**DOCENTE DE ÁREA**  
**C.I. 0913042008**

## **DEDICATORIA**

En el noble camino de la culminación de este Trabajo de Integración, dedico este logro primero y ante todo a Dios, fuente infinita de sabiduría y guía constante en cada paso de mi jornada académica.

A mi amada familia, pilar fundamental de mi vida, en especial a mis queridas hijas; Analía y Catalina quienes son mi mayor inspiración. Su amor incondicional y apoyo constante han sido el motor que impulsa mis logros. A mis padres Samuel Beltrán y Azucena Villalta por apoyarme y alentarme día a día.

A mi compañero de vida, esposo y mejor amigo Gerson González, agradezco su apoyo inquebrantable y comprensión durante este arduo proceso. Su aliento y presencia han sido la fortaleza que necesitaba para superar desafíos y alcanzar metas.

Con gratitud infinita y amor profundo, dedico este proyecto a aquellos que han sido mi soporte incondicional, confiando en que este logro no solo es mío, sino de todos los que me han apoyado incansablemente.

## **AGRADECIMIENTO**

En la culminación de este Trabajo de Integración Curricular, en primer lugar, mi gratitud a Dios, guía constante y fuente de sabiduría, por iluminar cada paso en esta travesía. Especialmente a las autoridades y personal Académico de la Universidad Estatal Península de Santa Elena por liderar el proceso de formación profesional. A su vez bajo la guía experta de mi tutor, el Blgo. Eufredo Carlos Andrade Ruiz., M.Sc., deseo expresar mi profundo agradecimiento a aquellos que han desempeñado roles fundamentales en este viaje académico.

A mi esposo, un agradecimiento sincero por su apoyo inquebrantable y su luz constante en los momentos más desafiantes. A mis padres, agradezco su generosidad y aliento continuo a lo largo de este camino académico. Su respaldo ha sido una fuerza impulsora crucial en mi búsqueda de este logro.

A mi amigo, el Biólogo David Tomalá, le agradezco por su orientación valiosa y sus aportes enriquecedores a mi investigación.

A toda mi familia, mi más sincero agradecimiento por formar parte esencial de este proyecto. Su contribución ha sido la clave para alcanzar este logro académico.

## TRIBUNAL DE GRADO

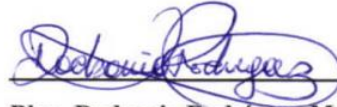
Trabajo de Integración Curricular presentado por **Beltrán Villalta Angie Carolina** como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo/a de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

**Trabajo de Integración Curricular APROBADO el: 18 de diciembre del 2024.**



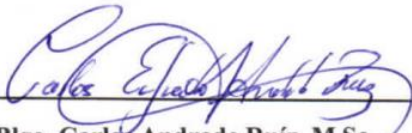
---

**Ing. Jimmy Villón Moreno M.Sc.  
DIRECTOR DE CARRERA  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



---

**Blga. Dadsania Rodriguez Moreira, Mgt.  
DOCENTE DE ÁREA  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



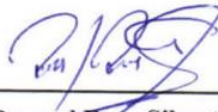
---

**Blgo. Carlos Andrade Ruiz, M.Sc.  
DOCENTE TUTOR MIEMBRO  
DEL TRIBUNAL**



---

**Blgo. Richard Duque Marin Mgt.  
DOCENTE GUÍA DE LA UIC II  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

**Lcdo. Pascual Roca Silvestre Mgtr.  
SECRETARIO DEL TRIBUNAL**

## DECLARACIÓN EXPRESA

Yo, **Angie Carolina Beltrán Villalta**, me hago responsable por las ideas, datos, investigaciones y resultados que se presentan en esta tesis.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de autoría y propiedad intelectual de este trabajo de integración curricular a la UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA (UPSE), según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, reglamento y normativa institucional vigente.



---

Angie Carolina Beltrán Villalta

C.I. 2400055477



## ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	23
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	25
3.	JUSTIFICACIÓN.....	27
4.	OBJETIVOS.....	29
4.2	Objetivos específicos.....	29
5.	HIPÓTESIS .....	29
6.	MARCO TEÓRICO.....	30
6.1	DINOFLAGELADOS .....	30
6.2	CLASIFICACIÓN DE LOS DINOFLAGELADOS.....	31
6.3	CARACTERÍSTICAS DE LOS DINOFLAGELADOS SEGÚN SU GÉNERO .....	31
6.4	ALIMENTACIÓN DE LOS DINOFLAGELADOS.....	41
6.5.	Mixótrofos .....	41
6.6.	FACTORES FÍSICOS DEL ECOSISTEMA MARINO.....	42
6.7.	FACTORES QUÍMICOS DEL ECOSISTEMA MARINO.....	43
6.8.	EFFECTOS DEL FENÓMENO DEL NIÑO SOBRE EL MEDIO BIÓTICO Y LOS ECOSISTEMAS MARINOS .....	44
6.9.	CONTAMINACIÓN MARINA.....	44
7.	MARCO METODOLÓGICO.....	45
7.5.	ÁREA DE ESTUDIO.....	45
7.6.	TRABAJO DE CAMPO.....	46
7.7.	PARÁMETROS AMBIENTALES .....	47
7.8.	PRESERVACIÓN DE MUESTRAS .....	48
7.9.	ANÁLISIS ECOLÓGICOS.....	48
7.9.2.	ANÁLISIS MEDIANTE LA CORRELACIÓN .....	50
7.9.3.	ANÁLISIS MULTIVARIADO.....	50
8.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	52
8.1.	DISTRIBUCIÓN DE LOS DINOFLAGELADOS .....	52
8.2.	ABUNDANCIA DE DINOFLAGELADOS EN LAS ESTACIONES FIJAS .....	57
8.3.	ANÁLISIS CON LOS ÍNDICES SHANNON WEAVER, PIELOU Y SIMPSON ..	61
8.4.	CORRELACIONAR LAS ESPECIES DE DINOFLAGELADOS Y LAS VARIABLES ABIÓTICAS .....	64

9.	DISCUSIÓN.....	70
10.	CONCLUSIONES.....	74
11.	RECOMENDACIONES.....	77
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	78
13.	ANEXOS.....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas en UTM (Grado, minutos y segundos) .....	24
Tabla 2. Disimilitud entre la estructura comunitaria las zonas de estudios .....	44
Tabla 3. Distribución de dinoflagelados (cél/m <sup>3</sup> ) correspondiente a septiembre del 2023 .....	60
Tabla 4. Distribución de dinoflagelados (cél/m <sup>3</sup> ) correspondiente a octubre del 2023 .....	61
Tabla 5. Distribución de dinoflagelados (cél/m <sup>3</sup> ) correspondiente a noviembre del 2023 .....	61
Tabla 6. Parámetros ambientales registrados en las estaciones fijas en septiembre del 2013 .....	62
Tabla 7. Parámetros ambientales registrados en las estaciones fijas en octubre del 2023 .....	63
Tabla 8. Parámetros ambientales registrados en las estaciones fijas en noviembre del 2023 .....	63
Tabla 9. Especies de dinoflagelados y las variables ambientales .....	64
Tabla 10. Dinoflagelados del Género <i>Ceratium</i> encontrados en la Bahía de Santa Elena .....	64
Tabla 11. Dinoflagelados del género <i>Dynophysis</i> encontrados en la Bahía de Santa Elena .....	69
Tabla 12. Dinoflagelados del género <i>Gonyaulax</i> encontrados en la Bahía de Santa Elena .....	70

Tabla 13. Dinoflagelados del género *Prorocentrum* encontrados en la Bahía de Santa Elena ..... 70

Tabla 14. Dinoflagelados del género *Protoperidinium* encontrados en la Bahía de Santa Elena ..... 70

Tabla 15. Dinoflagelados del género *Pyrophacus* encontrados en la Bahía de Santa Elena ..... 74

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen Satelital; Ubicación Geográfica del área de estudio y estaciones establecidas de muestreos a lo largo de la Bahía La Libertad, Santa Elena, Ecuador (Ríos, 2023).....	23
Figura 2. Distribución de dinoflagelados identificados en septiembre.....	31
Figura 3. Distribución de dinoflagelados en octubre .....	32
Figura 4. Distribución de dinoflagelados en noviembre .....	33
Figura 5. Abundancia de las especies de dinoflagelados en septiembre .....	34
Figura 6. Abundancia de las especies de dinoflagelados en octubre.....	35
Figura 7. Abundancia de las especies de dinoflagelados en noviembre.....	36
Figura 8. Abundancia de dinoflagelado de septiembre, octubre y noviembre .....	36
Figura 9. Índices ecológicos de septiembre .....	37
Figura 10. índices ecológicos de octubre .....	38

Figura 11.	índices ecológicos de noviembre .....	39
Figura 12.	Distribución de las variables abióticas en la Bahía de Santa Elena, durante octubre a noviembre 2023.....	41
Figura 13.	Distribución de la abundancia poblacionales por estación (a), Ordenación Nmds (Stress=0.2) (b).....	43
Figura 14.	Proyección octogonal del ACC entre las estaciones de (0.5 y 3 millas costa afuera) entre las especies de dinoflagelados y las variables ambientales medidas .....	45
Figura 15.	<i>Ceratium</i> <i>Ceratium azoricum</i> Cleve, 1900 .....	64
Figura 16.	<i>Ceratium candelabrum</i> var. <i>Depressum</i> .....	65
Figura 17.	<i>Ceratium declinatum</i> Karsten, 1907 .....	65
Figura 18.	<i>Ceratium deflexum</i> Kofoid, 1911 .....	65
Figura 19.	<i>Ceratium furca</i> var <i>furca</i> (Ehrenberg) Schiller, 1937.....	65
Figura 20.	<i>Ceratium fusus</i> (Ehrenberg) Dujardin, 1841.....	66
Figura 21.	<i>Ceratium hexacanthum</i> Gourret, 1883.....	66
Figura 22.	<i>Ceratium incisum</i> Karsten, 1911.....	66
Figura 23.	<i>Ceratium lineatum</i> Cleve, 1899 .....	66
Figura 24.	<i>Ceratium lúnula</i> Schimper, 1910.....	67
Figura 25.	<i>Ceratium macroceros</i> var <i>gallicum</i> (Kofoid) Sournia, 1966.....	67
Figura 26.	<i>Ceratium massiliense</i> Gourret, 1911.....	67
Figura 27.	<i>Ceratium pentagonum</i> var. <i>robustum</i> Jorgensen, 1920. ....	68

Figura 28.	<i>Ceratium porrectum</i> Karsten, 1911 .....	68
Figura 29.	<i>Ceratium ranipes</i> Cleve, 1900.....	68
Figura 30.	<i>Ceratium trichoceros</i> (Ehrenberg) Kofoid, 1908 .....	68
Figura 31.	<i>Ceratium tripos forma tripodoides</i> (Jørgensen) Paulsen, 1931 .....	69
Figura 32.	<i>Ceratium Vultur</i> Cleve, 1900.....	69
Figura 33.	<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent, 1881 .....	69
Figura 34.	<i>Dinophysis operculoides</i> Balech, 1967.....	70
Figura 35.	<i>Gonyaulax polygramma</i> Stein, 1883 .....	70
Figura 36.	<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg, 1833.....	70
Figura 37.	<i>Protoperidinium brochi</i> Balech, 1974 .....	71
Figura 38.	<i>Protoperidinium conicum</i> Balech, 1974.....	71
Figura 39.	<i>Protoperidinium depressum</i> (Bailey) Balech, 1974.....	71
Figura 40.	<i>Protoperidinium elegans</i> (Cleve) Balech, 1974.....	72
Figura 41.	<i>Protoperidinium grande</i> (Kofoid) Balech, 1974 .....	72
Figura 42.	<i>Protoperidinium longipes</i> Balech, 1974 .....	72
Figura 43.	<i>Protoperidinium obtusum</i> (Karsten) Parke y Dodge, 1976.....	73
Figura 44.	<i>Protoperidinium oceanicum</i> Balech, 1974 .....	73
Figura 45.	<i>Protoperidinium quarnerense</i> Balech, 1974.....	73
Figura 46.	<i>Protoperidinium steinii</i> Balech, 1974.....	74
Figura 47.	<i>Pyrophacus steinii</i> (Schiller) Wall y Dale, 1971 .....	74

Figura 48. Red cónica simple 55um. utilizada en la recolección de muestras..... 75

Figura 49. Recolección de muestras de dinoflagelados en la Bahía de Santa Elena. Con la ayuda del tutor docente ..... 75

Figura 50. Recopilando información específica de diversos parámetros sobre las estaciones establecidas..... 76

Figura 51. Cubilete de la red cónica, utilizada en los muestreos para la colecta de las especies a analizar..... 76

Figura 52. "Multiparámetro: instrumento de medición que evalúa simultáneamente múltiples parámetros en un sistema o entorno específico, proporcionando una visión integral de las condiciones o características analizadas." ..... 77

Figura 53. "Disco Secchi, utilizado para evaluar la transparencia del agua en entornos acuáticos." ..... 78



## GLOSARIO

**Dinoflagelados:** Grupo de microorganismos unicelulares, fotosintéticos o heterótrofos, que forman parte del fitoplancton marino.

**Productividad Primaria:** Proceso mediante el cual el fitoplancton, incluyendo los dinoflagelados, transforma el dióxido de carbono en materia orgánica a través de la fotosíntesis.

**Bioindicadores:** Organismos, como los dinoflagelados, que indican la calidad del agua y reflejan las condiciones ambientales de un ecosistema.

**Variables Abióticas:** Factores no biológicos que afectan a los dinoflagelados, como la temperatura, la salinidad, la luz solar, el pH y la disponibilidad de nutrientes.

**Mareas Rojas:** Fenómeno visual que resulta de la proliferación excesiva de dinoflagelados y otras algas, con potencial para producir toxinas y afectar la coloración del agua.

**Floraciones Algales Nocivas (FAN):** Crecimiento desmesurado de algas, como los dinoflagelados, que puede tener efectos adversos en el ecosistema marino y la salud humana.

**Ecosistema Marino:** Sistema complejo que incluye organismos marinos, su entorno físico y las interacciones entre ellos, donde los dinoflagelados juegan un papel importante.

**Arrastres Superficiales:** Método de recolección de muestras en la superficie del agua para el estudio de dinoflagelados y otros componentes del fitoplancton.

**pH:** Medida que indica la acidez o alcalinidad del agua, afectando la actividad y la presencia de dinoflagelados.

**Salinidad:** Concentración de sales en el agua, un factor crucial que influye en la distribución y la abundancia de dinoflagelados.

**Turbidez:** Nivel de opacidad del agua, influenciando la penetración de la luz y, por ende, la fotosíntesis de los dinoflagelados.

**Oxígeno Disuelto:** Cantidad de oxígeno presente en el agua, vital para la respiración y la supervivencia de los dinoflagelados y otros organismos acuáticos.

**Gestión de Nutrientes:** Control y regulación de la presencia de nutrientes en el ecosistema marino para mantener un equilibrio adecuado.

**Sensores Multiparamétricos:** Dispositivos que miden simultáneamente varios parámetros ambientales, útiles para el monitoreo de dinoflagelados.

## ABREVIATURAS

**ENOS:** El Niño-Oscilación del Sur

**cel/m<sup>3</sup>:** células por metro cúbico

**°C:** grados Celsius

**S ‰:** salinidad en unidades prácticas de UPS (unidades prácticas de salinidad)

**mg/L:** miligramos por litro

**ug-at/l:** microgramos-atómicos por litro

**Gr.:** (para abreviar menciones a gráficos)

**Temp.:** temperatura

**Sal.:** salinidad

**Ox.:** oxígeno

**pH:** potencial de hidrógeno (acidez o alcalinidad)

**Est.:** estación

# DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE DINOFLAGELADOS Y SU RELACIÓN CON LOS PARÁMETROS ABIÓTICOS EN LA BAHÍA DE SANTA ELENA- ECUADOR

**Autor:** Angie Carolina Beltrán Villalta

**Tutor:** Blgo. Eufredo Carlos Andrade Ruíz, M.Sc.

## RESUMEN

Los dinoflagelados son microorganismos unicelulares y eucariotas que se encuentran principalmente en ambientes marinos. Estos pequeños organismos tienen una variedad de características que los diferencian de los microorganismos acuáticos. Desempeñan un papel importante en la cadena alimentaria acuática al actuar como productores primarios. En la presente investigación se analizó la distribución y abundancia de dinoflagelados en la Bahía de Santa Elena, se obtuvo mediante la metodología de arrastres superficiales con una red cónica de 50  $\mu$  en seis estaciones de muestreo, utilizándose los índices de Shannon – Wiener, Simpson y Pielou. Se identificó un total de 25 especies de dinoflagelados correspondiendo a 14 especies del género *Ceratium*, 7 especies del género *Protoperidinium*, 2 especies del género *Dinophysis* y 1 especie de los géneros *Gonyaulax* y *Pyrophacus*. El género *Ceratium* es el género más abundante con un 56%, debido que la mayoría de las especies se encuentran internacionalmente en aguas cálidas y costeras. Las especies predominantes por su mayor abundancia y frecuencia fueron; en septiembre *Ceratium macroceros var gallicum* con 17.1%, octubre *eratium tripos forma tripodioides* con 13.1%, y noviembre *Ceratium furca var furca* con 18.8%. Mientras que el análisis de correlación de las especies de dinoflagelados y las variables abióticas, la temperatura,

salinidad y pH no se detectaron diferencias significativas espaciales. Sin embargo, se encontró correlación de  $WK = 11.26$ ;  $p=0.046$  de oxígeno disuelto. Se concluyó que la bahía de Santa Elena es una zona portuaria donde se están produciendo importantes actividades humanas que están cambiando el ecosistema y por tanto están teniendo un impacto directo en las especies.

**Palabras claves:** Bahía de Santa Elena, índices ecológicos, parámetros abióticos, Sonda multiparamétrica, Dinoflagelados.

# DISTRIBUTION AND ABUNDANCE OF DINOFLAGELLATES AND ITS RELATIONSHIP WITH ABIOTIC PARAMETERS IN THE BAY OF SANTA ELENA-ECUADOR

**Author:** Angie Carolina Beltrán Villalta

**Tutor:** Blgo. Eufredo Carlos Andrade Ruíz, M.Sc.

## SUMMARY

Dinoflagellates are single-celled, eukaryotic microorganisms found mainly in marine environments. These small organisms have a variety of characteristics that differentiate them from aquatic microorganisms. They play an important role in the aquatic food chain by acting as primary producers. In the present investigation, the distribution and abundance of dinoflagellates in the Bay of Santa Elena was analyzed, it was obtained through the methodology of surface trawls with a 50  $\mu$  conical net in six sampling stations, using the Shannon - Wiener, Simpson and Pielou. A total of 25 species of dinoflagellates were identified, corresponding to 14 species of the genus *Ceratium*, 7 species of the genus *Protoperidinium*, 2 species of the genus *Dinophysis* and 1 species of the genera *Gonyaulax* and *Pyrophacus*. The *Ceratium* genus is the most abundant genus with 56%, due to the fact that most species are found internationally in warm and coastal waters. The predominant species due to their greatest abundance and frequency were; in September *Ceratium macroceros var gallicum* with 17.1%, October *Ceratium tripos forma tripodoides* with 13.1%, and November *Ceratium furca var furca* with 18.8%. While the correlation analysis of the dinoflagellate species and the abiotic variables, temperature, salinity and pH, no

significant spatial differences were detected. However, a correlation of  $WK = 11.26$  was found;  $p = 0.046$  dissolved oxygen. It was concluded that Santa Elena Bay is a port area where important human activities are taking place that are changing the ecosystem and therefore are having a direct impact on the species.

**Keywords:** Bay of Santa Elena, ecological indices, abiotic parameters, Multiparametric probe, Dinoflagellates.



## 1. INTRODUCCIÓN

El fitoplancton marino incluye microorganismos autótrofos y, simultáneamente, heterótrofos, que constituyen una parte del plancton. Su función fundamental en los ecosistemas marinos es transformar el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en materia orgánica a través de la fotosíntesis, denominada productividad primaria, lo que mejora el acceso a niveles tróficos más altos en la cadena alimentaria. (López, 2019).

Los dinoflagelados son microorganismos unicelulares y eucariotas que predominan en ambientes marinos. Estos diminutos organismos exhiben diversas características distintivas que los distinguen de otros microorganismos acuáticos. Desempeñan un papel esencial en las cadenas alimentarias acuáticas al fungir como productores primarios. Aunque muchas de estas especies llevan a cabo la fotosíntesis mediante la utilización de la luz solar como fuente de energía, una proporción significativa de los dinoflagelados son mixotróficos. Esto implica que poseen la capacidad de realizar la fotosíntesis y, al mismo tiempo, consumir materia orgánica. Esta capacidad de nutrición dual resalta su adaptabilidad y versatilidad en diversos hábitats acuáticos. (Sourav, 2023).

Los organismos fitoplanctónicos participan activamente en interacciones complejas con las condiciones ambientales, abarcando tanto aspectos abióticos como bióticos. Debido a su destacada sensibilidad, los dinoflagelados son reconocidos como indicadores biológicos que reflejan la calidad del agua. Entre las variables abióticas más cruciales que influyen en el desarrollo de estas especies se destacan la iluminación solar, la temperatura, el pH, la disponibilidad de nutrientes y la salinidad (Torres y Contreras, 2021).

De acuerdo con Lalli y Parson (1997), los dinoflagelados representan el segundo grupo más grande y prevalente en el fitoplancton, teniendo un papel esencial en la producción de energía en las cadenas alimentarias acuáticas. Estos organismos muestran una variabilidad tanto en su forma como en su función morfológica; a pesar de que la mayoría son unicelulares, muchos de ellos forman colonias o pseudocolonias (Gómez, 2011).

Una característica distintiva de los dinoflagelados es su capacidad como indicadores de aguas cálidas; su cantidad y existencia pueden indicar que la temperatura en su hábitat es adecuada para su desarrollo óptimo. Es relevante señalar que la presencia de estos organismos también indica cambios en otros factores abióticos, como la salinidad y la concentración de oxígeno disuelto, entre otros. (ERFEN, 2023).

El objetivo principal de este estudio es analizar la distribución y abundancia de dinoflagelados en la Bahía de Santa Elena mediante muestreos superficiales. Este enfoque permitirá establecer relaciones entre las especies halladas en las estaciones predeterminadas y factores abióticos como pH, salinidad, óxido disuelto, temperatura y turbidez. Este análisis no solo tiene un valor científico considerable, sino que también servirá como base fundamental para investigaciones futuras sobre diversos géneros de dinoflagelados y la gestión de dicho ecosistema marino.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos meses, se ha abordado el próximo evento conocido como El Fenómeno del Niño, caracterizado por su capacidad para alterar las temperaturas oceánicas y desempeñar un papel fundamental en las variaciones climáticas. Según los expertos, ciertas fluctuaciones asociadas a este fenómeno podrían ocasionar diversos problemas en la sociedad (Fernández, 2012). Sin embargo, se destaca por parte de especialistas que el aumento inusual de las aguas en el Océano Pacífico podría ejercer una influencia significativa en los cuerpos de agua a nivel mundial. Este fenómeno, reconocido por su impacto a nivel global, suscita preocupaciones acerca de posibles efectos adversos y subraya la necesidad de una preparación y respuesta efectiva frente a los cambios climáticos asociados (Senamhi, 2023).

Los dinoflagelados son identificados como señales de aguas cálidas, y un aumento en su cantidad debido al incremento de la temperatura puede ocasionar complicaciones, como un desarrollo excesivo de floraciones algales nocivas (FAN). Esto puede llevar a consecuencias irreversibles, afectando no solo a organismos marinos, sino también a los seres humanos. Estas especies tienen impacto en la alteración del color del agua, dando lugar a las conocidas mareas rojas, que indican la presencia de algas que producen toxinas y que pueden causar daños a las personas que consumen organismos contaminados por ellas de manera indirecta (Hurtado, et al., 2016).

La temperatura y la concentración de oxígeno disuelto muestran una relación proporcional, particularmente notable en estaciones donde la presencia de dinoflagelados es más elevada. En ciertos periodos, como los años 2002 y 2003, se identificaron diversas especies que actúan como indicadores de condiciones cálidas, como *Ceratium massiliense*, *Planktoniella sol* y *Rhizosolenia bergonii*. Estas observaciones sugieren que, en estaciones con temperaturas más bajas, la presencia de dinoflagelados tiende a ser más marcada, evidenciando una estrecha correlación entre las variables ambientales y la dinámica de estos microorganismos. La identificación de estas especies en ambientes cálidos resalta la importancia de comprender las interrelaciones entre los factores ambientales y la ecología de los dinoflagelados para una gestión efectiva de los ecosistemas acuáticos (Altamirano, 2022).

### 3. JUSTIFICACIÓN

La investigación acerca de las variaciones en la comunidad de microalgas durante eventos como El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) se torna esencial en mi estudio. La observación del significativo aumento de dinoflagelados en condiciones cálidas proporciona información crucial sobre la interacción de estos organismos con factores ambientales clave, tales como salinidad, temperatura y oxígeno. Estos hallazgos enriquecen nuestro conocimiento acerca de la ecología de las microalgas y sientan las bases para proyecciones futuras relacionadas con eventos ENOS (Altamirano, 2022).

La relevancia de esta investigación va más allá de la comprensión de dinámicas específicas. Al explorar cómo los dinoflagelados se adaptan y responden a condiciones climáticas particulares, se contribuye a la capacidad de anticipar posibles cambios en la composición de la comunidad microalgal. Esta perspectiva no solo suministra información valiosa para evaluar el impacto potencial en la cadena alimentaria y en los ecosistemas acuáticos, sino que también brinda la oportunidad de desarrollar estrategias adaptativas y de gestión para mitigar los efectos adversos en estos entornos. En otras palabras, se pueden implementar medidas precautorias ante futuros eventos como el Fenómeno del Niño (Hurtado, et al., 2016).

Según investigaciones previas llevadas a cabo por Torres y Tapia (2003), se ha observado que los dinoflagelados tienden a tener una leve predominancia durante la ocurrencia del fenómeno de El Niño. Este evento está vinculado a la entrada de masas de agua cálida, lo que facilita la generación de mareas rojas provocadas por diversas especies de

dinoflagelados. Estos organismos albergan toxinas internas que pueden resultar en tasas elevadas de mortalidad y una notable reducción en la calidad del agua, principalmente debido al consumo de oxígeno que generan durante su proliferación.

Es fundamental reconocer organismos o grupos de organismos planctónicos que puedan ser designados como indicadores biológicos. Estos organismos tienden a moverse de manera coordinada con ciertas masas de agua y tienen la función de señalar modificaciones en las complejas alteraciones de los componentes físicos y químicos que tienen lugar durante la aparición del fenómeno cálido en el Pacífico Tropical (Jordan, 1986).

Además, este estudio se ha destacado como un componente esencial para establecer una base de datos sólida sobre los dinoflagelados. La recopilación y análisis minucioso de información acerca de la presencia y el comportamiento de estos organismos en diversos entornos ambientales no solo contribuyen al progreso del conocimiento científico, sino que también proporcionan una herramienta valiosa para investigaciones futuras. La base de datos resultante será de gran importancia para la comunidad científica, facilitando el acceso a información valiosa sobre dinoflagelados y sirviendo como plataforma para investigaciones adicionales en ecología marina y cambio climático.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo general**

Analizar la distribución y abundancia de dinoflagelados en la Bahía de Santa Elena, mediante arrastres superficiales correlacionando las especies de las estaciones establecidas con las variables abióticas.

### **4.2 Objetivos específicos**

- Determinar la distribución y abundancia de dinoflagelados en el área de estudio.
- Estimar los índices de diversidad mediante Shannon Weaver, Pielou y Simpson.
- Correlacionar las especies de dinoflagelados y las variables abióticas mediante análisis multivariado.

## **5. HIPÓTESIS**

(H1) Los parámetros abióticos no inciden en la proliferación de dinoflagelados en la Bahía de Santa Elena.

## **6. MARCO TEÓRICO**

### **6.1 DINOFLAGELADOS**

Los dinoflagelados son microorganismos unicelulares caracterizados por tener un núcleo alargado que contiene cromosomas visibles. Según Hallegraeff (2002), estos organismos están extensamente distribuidos en todo el mundo. Cuentan con dos flagelos, uno que se extiende desde una hendidura horizontal llamada cíngulo y otro que se proyecta desde una hendidura vertical conocida como surco (López, et al., 2011).

La mayoría de los dinoflagelados fotosintéticos han obtenido sus plástidos a través de un proceso de endosimbiosis secundaria con un alga roja. Estos plástidos están envueltos por tres capas de membranas: dos en el cloroplasto y una capa adicional procedente del retículo endoplasmático del cloroplasto. En su interior, contienen clorofila a y c, así como peridina, que son los pigmentos fotosintéticos principales (Ishida y Green 2002).

Estas comunidades se distribuyen en relación con la temperatura, salinidad y profundidad, según indican López y colaboradores (2011). Desempeñan una función crucial en la base de la cadena alimentaria, ya que sirven como fuente de alimento para el zooplancton y otros organismos bentónicos sésiles, de acuerdo con Hernández (2013). Generalmente, se localizan principalmente en aguas tranquilas; sin embargo, cuando se presentan en cantidades considerables, pueden dar lugar a lo que se conoce como "marea roja", con el potencial de ser tóxicas para otros organismos (Coloma, 2007).



Han adoptado la estrategia de generar quistes como una forma de supervivencia en respuesta a factores ambientales y fisiológicos. Alrededor de la mitad de los dinoflagelados se nutren de materia orgánica, lo que los cataloga como heterótrofos, y algunos de ellos pueden considerarse carnívoros. La otra mitad de los dinoflagelados tienen la capacidad de realizar la fotosíntesis, es decir, son autótrofos, pero también pueden obtener nutrientes a través de la ingestión de materia orgánica, lo que los convierte en heterótrofos simultáneamente. (Ajani y Rissik, 2009).

## **6.2 CLASIFICACIÓN DE LOS DINOFLAGELADOS**

Los dinoflagelados son microorganismos unicelulares protofitos que se encuentran dentro del phylum Pyrrophy. Este phylum se subdivide en dos clados: Dinophyceae, que engloba a más de 4,000 especies de vida libre, y Syndinophyceae, que incluye aproximadamente 40 especies de parásitos y simbioses. (Pérez, 2011).

## **6.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS DINOFLAGELADOS SEGÚN SU GÉNERO**

Los dinoflagelados marinos, un grupo especializado adaptado a los ambientes oceánicos, muestran una amplia variedad de características que revelan su adaptación a la vida en el mar. Estos organismos poseen dos flagelos que les otorgan movilidad en el agua, lo que les facilita desplazarse hacia la luz solar y llevar a cabo la fotosíntesis (Calle, 2017).

Contienen pigmentos fotosintéticos como la clorofila a y c, así como otros pigmentos accesorios que les permiten capturar la luz en el entorno marino (Calle, 2017). Su diversidad morfológica abarca desde células esféricas hasta formas alargadas y aplanadas, con adaptaciones específicas para sobrevivir a diferentes niveles de profundidad en el océano, incluida la capacidad de regular la flotabilidad y migrar verticalmente. Muchos de estos dinoflagelados marinos son bioluminiscentes, generando luz con diversas funciones en su entorno. (Calcagno, 2014).

### **6.3.1. GÉNERO *Ceratium***

#### **6.3.1.1. *Ceratium candelabrum* var. *Depressum***

La mención se dirige a una variante específica de la especie *Ceratium candelabrum*, la cual fue identificada y exhaustivamente descrita por Jorgensen en el año 1920. El cuerpo celular de esta subespecie tiene aproximadamente el doble de ancho que, de altura, exhibe dos cuernos ventrales extensos y ramificados, ligeramente curvados en la base, y posee un apéndice cónico discreto, siendo la longitud del cuerno ventral izquierdo mayor que la del derecho (Salinas, 2014).

#### **6.3.1.2. *Ceratium furca* var. *furca***

La morfología incluye una estructura corporal recta, franjas verticales en la pared celular, bandas vacías, un epitelio con una base cónica que se extiende hasta el ángulo apical, y un cuerno ventral izquierdo más grande que el derecho. Además, la especie presenta espinas pequeñas (Guerrera, 1996).

#### **6.3.1.3. *Ceratium fusus***

La especie presenta una forma extremadamente alargada y fusiforme, con la célula epiteca que se extiende en una larga bocina apical recta. La hipoteca, por otro lado, termina en un cuerno antapical izquierdo completamente desarrollado y un cuerno antapical derecho reducido. Este último es tan pequeño que da la impresión de un bulto, contribuyendo a menudo a una suave curvatura en la célula.

(Montero, 2004).

#### **6.3.1.4. *Ceratium porrectum***

La estructura celular es resistente, exhibiendo franjas verticales gruesas. El cuerno apical está provisto de una membrana hialina que se extiende desde la base a ambos lados del cuerno, desapareciendo en el borde de este. Asimismo, el epitelio presenta lados convexos, con una cúspide anterior gruesa y curvada, acompañada de una membrana cóncava. En relación con el asta ventral, se observa que la derecha es de menor longitud que la izquierda (Salinas, 2014).

#### **6.3.1.5. *Ceratium lineatum***

Especie septentrional que se encuentra regularmente en el Atlántico Norte, el Mar del Norte y el Mar Báltico, presenta células con dimensiones que oscilan entre 70 y 180  $\mu\text{m}$  de longitud y 25 a 45  $\mu\text{m}$  de ancho. Su forma es pentagonal, con un aplanamiento dorso-

ventral. La epiteca triangular origina un cuerno anterior largo y recto, mientras que los cuernos antapicales son asimétricos, siendo el antapical izquierdo aproximadamente el doble de extenso que el antapical derecho (Olenina, 2006).

#### **6.1.3.6. *Ceratium tripos forma tripodoides***

La forma es de gran tamaño, con un cuerpo aplanado que excede en longitud a su anchura. La epiteca muestra lados convexos y asimétricos, siendo el borde derecho más pronunciado que el izquierdo. Se caracteriza por un cuerno apical con una base robusta, largo e inclinado hacia la derecha, mientras que su hipoteca tiene una base ancha y redondeada. Los cuernos antapicales son prolongados y robustos, siendo el izquierdo más extenso, ambos dirigidos hacia la parte anterior de la célula, con el cuerno derecho dispuesto casi en paralelo al cuerno apical (Avaria, 1980).

#### ***6.1.3.7. Ceratium declinatum***

Se refiere a una célula de tamaño medio con un cuerpo aplanado, siendo más largo que ancho. La epitoca muestra bordes asimétricos, siendo el derecho más convexo que el izquierdo. El cuerno apical es de longitud variable y ligeramente curvado hacia la derecha. La hipoteca tiene una base redondeada que se extiende hacia los cuernos antapicales, los cuales son desiguales en longitud y curvatura. Ambos cuernos se orientan hacia la parte anterior de la célula, siendo el cuerno antapical izquierdo generalmente más largo y fuerte que el derecho. En raras ocasiones, el cuerno antapical derecho se presenta paralelo al cuerno apical (Avaria, 1980).

#### ***6.1.3.8. Ceratium hexacanthum***

Célula de pared fuertemente reticulada; cuerno apical recto; epitoca oblicua; antapical izquierdo curvándose hacia el cuerno apical; antapical derecho largo y delgado en forma de látigo. Dimensiones: trd: 80-87  $\mu$ .; antapical der: 209-36  $\mu$ .; antapical iz: 125-285  $\mu$ .

#### **6.1.3.9. *Ceratium lúnula***

Célula de paredes alveoladas, epiteca casi triangular. Cuerno apical recto; antapicales largos uniformemente curvados desde sus bases hasta sus extremos. Dimensiones: trd: 87-95  $\mu$ ; antapical der: 103-308  $\mu$ , antapical iz: 125-399  $\mu$ ; separación de los antapicales en el extremo: 391-608  $\mu$ .

#### **6.1.3.10. *Ceratium macroceros var. Gallicum***

Célula de tamaño mediano. Epitecca de lados cóncavos; la hipoteca presenta el lado izquierdo oblicuo, base recta formándose un ángulo obtuso con los antapicales, los cuales se dirigen hacia atrás y hacia afuera presentándose dentados en la base. Dimensiones: trd: 61  $\mu$ ; antapical der; 217  $\mu$ ; antapical iz: 228  $\mu$ ; separación de los antapicales en el extremos: 342  $\mu$ .

#### **6.1.3.11. *Ceratium trichoceros***

La célula tiene un cuerno pequeño, con un cuerno apical delgado ligeramente inclinado en la base. La epiteca es redondeada, y la hipoteca presenta cuernos antapicales largos y delgados que se curvan hacia adelante, colocándose paralelos al cuerno apical y mostrando pequeñas espinas en sus bases.

#### **6.1.4. GÉNERO *Dinophysis***

##### **6.1.4.1. *Dinophysis caudata***

Organismos protistas que se desplazan libremente poseen una estructura de cubierta celular (teca), lo que los distingue de otras algas. Comparten características comunes tanto con las plantas como con los animales, ya que son capaces de nadar, y muchos de ellos tienen paredes celulares (Biofoto, 2010).

##### **6.1.4.2. *Dinophysis operculoides***

El cuerpo celular de forma esférica y grande presenta hexágonos con alvéolos, una epiteca elevada, aletas cingulares sin espinas. La aleta sulcal derecha es sinuosa, mientras que la aleta sulcal izquierda es convexa. Los ejemplares se encontraron de manera individual y no en colonias (Salinas, 2014).

### **6.1.5. GÉNERO *Gonyaulax***

#### **6.1.5.1. *Gonyaulax polygramma***

De tamaño mediano, su forma es alargada, pentagonal o irregularmente bicónica. La epiteca es más grande que la hipoteca, siendo cóncava o angular y terminando en un cuerno apical bastante alto y grueso. La hipoteca es más o menos simétrica, redondeada o truncada, con un número variable de espinas antapicales, a veces con dos, siendo la izquierda en general ensanchada posteriormente. Presenta un núcleo largo y ovoide, ubicado en la parte posterior de la célula (Sweeney, 1987).

### **6.1.6. GÉNERO *Protoperidinium***

#### **6.1.6.1. *Protoperidinium depressum***

La célula es de gran tamaño, de forma ortoquadra, planozonal y descendente, aplanada dorsoventralmente. La epiteca muestra un cuerno apical poco desarrollado; la hipoteca presenta dos cuernos antapicales, siendo el izquierdo de menor tamaño que el derecho. El cingulum cuenta con membranas hialinas anchas sostenidas por rayos finos, y las aletas sulcales se extienden hasta la región antapical. La célula presenta bandas intercalares anchas y placas de ornamentación reticulada (Salinas, 2014).



#### **6.1.6.2. *Protoperidinium quarenense***

La célula es de pequeño tamaño, tiene una forma globosa, metaquadra, planozonal y ascendente. La epiteca se extiende hacia arriba en su parte superior formando un pequeño cuello. La hipoteca cuenta con dos espinas antapicales. El cingulum tiene aletas cingulares respaldadas por rayos finos; el sulcus presenta una aleta sulcal izquierda ancha (Borbor, 2005).

#### **6.1.6.3. *Protoperidinium steinni***

La célula es de tamaño pequeño, tiene forma periforme, metapenta, planozonal y ascendente. La epiteca presenta lados convexos y se prolonga en un cuello apical. La hipoteca cuenta con dos espinas antapicales aladas y divergentes. Las aletas cingulares son estrechas y están sostenidas por radios (Pensantes, 1983).

#### **6.1.7. GÉNERO *Pyrophacus***

##### **6.1.7.1. *Pyrophaces steinii***

La célula es aplanada y tiene forma lenticular. La epiteca e hipoteca son iguales, sin espinas antapicales en esta última. Las placas se presentan muy marcadas con las fórmulas Po, 7', 12'', 12C, 12''', 3''', 3P, 8S.

## **6.4 ALIMENTACIÓN DE LOS DINOFLAGELADOS**

La habilidad de los dinoflagelados heterótrofos para obtener alimento externamente se sustenta en estructuras especializadas, como el sulcus, un surco longitudinal en la célula que alberga el flagelo longitudinal, y ciertas prolongaciones o ranuras que se asemejan a bocas. Aquellos dinoflagelados que emplean estas prolongaciones pueden ingerir presas hasta 10 veces más grandes que ellos mismos (Villar, 2021). Es relevante señalar que algunas especies, como *Prorocentrum micans*, pueden contar con múltiples bocas y capturar presas desde diversas ubicaciones simultáneamente. Este fenómeno implica la implementación de diversas estrategias para la captura efectiva de presas y, al mismo tiempo, para evadir a los depredadores (Delgado-Villar, Jeanette, Rosalba, & Jimenez-Gutiérrez, 2021).

## **6.5. Mixótrofos**

Los dinoflagelados mixótrofos del plancton tienen la capacidad única de obtener nutrientes tanto mediante la fotosíntesis, de manera similar a las plantas, como a través de la captura de presas, imitando así el comportamiento animal (Menéndez, 2014). A diferencia de los organismos terrestres conocidos como plantas carnívoras, que son escasos y requieren condiciones específicas, como suelos ácidos y empobrecidos en nutrientes, para prosperar.

Un estudio reciente, liderado por el Institut de Ciències del Mar (ICM-CSIC) de Barcelona, ha puesto de manifiesto que esta estrategia alimentaria será fundamental en los océanos del

futuro, ya que favorece la producción de recursos marinos, especialmente en situaciones de desequilibrio de nutrientes en el medio marino (Traboni, Calbet y Saiz, 2021).

## **6.6. FACTORES FÍSICOS DEL ECOSISTEMA MARINO**

Los dinoflagelados dependen de la luz solar para realizar la fotosíntesis, lo que los confina a la capa superficial del océano. Esta restricción se debe a que los rayos solares solo penetran las capas superiores del agua. Con el aumento de la población de microalgas en esta zona, se absorbe una mayor cantidad de luz. Conforme la penetración de la luz solar disminuye en las capas más profundas del océano, la estructura física de la columna de agua también se ve reducida. La regulación de numerosos procesos biogeoquímicos se ve mayormente influenciada por la temperatura y la salinidad del agua de mar. En las zonas más productivas, especialmente en los primeros cinco metros, la disponibilidad de luz solar y la temperatura superficial del agua desempeñan un papel crucial (Hoyos, 2018).

## **6.7. FACTORES QUÍMICOS DEL ECOSISTEMA MARINO**

Las zonas cercanas a los continentes, donde las aguas son agitadas debido al oleaje, las mareas y las corrientes, experimentan fenómenos de surgencia. Estos eventos generan una cantidad adecuada de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, dando lugar a la formación de las regiones más productivas del océano. En contraste, en las áreas del océano abierto, donde las aguas suelen estar más tranquilas, las condiciones no son particularmente propicias para la producción de materia orgánica.

Generalmente, los cambios en las condiciones marinas están vinculados a patrones estacionales, lo que implica que la estructura de la cadena alimentaria y los flujos de nutrientes no se mantienen constantes, sino que varían a lo largo del tiempo. Entre los micronutrientes más relevantes para el análisis del agua se encuentran el nitrógeno, fósforo y silicio (Raymond, 1980). Por ende, no solo la concentración de estos nutrientes influye en el crecimiento de la comunidad marina, sino también su distribución y variabilidad. Como resultado, la densidad de las algas experimentará fluctuaciones en función de las proporciones de estos elementos.

## **6.8. EFECTOS DEL FENÓMENO DEL NIÑO SOBRE EL MEDIO BIÓTICO Y LOS ECOSISTEMAS MARINOS**

Con base en el análisis de datos obtenidos de cruceros, se detallan las modificaciones que provocan cada una de las fases extremas en la productividad primaria. En líneas generales, varios autores concuerdan en los efectos que estos fenómenos tienen sobre el fitoplancton. Se ha establecido que durante La Niña (con aguas relativamente frías), hay un aumento en la población de diatomeas, mientras que, en condiciones cálidas asociadas a El Niño, la población de diatomeas disminuye; para la población de dinoflagelados, se observa lo contrario (Hansen, Altamirano, & Beltrán, 2003).

## **6.9. CONTAMINACIÓN MARINA**

De acuerdo con Echeverri (2007), más del 50% de la población mundial reside a menos de 50 kilómetros de la línea costera. Este hecho implica un aumento significativo en las presiones humanas sobre el entorno marino y resulta en la acumulación de residuos que contaminan tanto las aguas marinas cercanas a la costa como los lechos marinos (Soberón, 2020). La acumulación de desechos genera un desequilibrio en las condiciones naturales del ecosistema costero (Llorente & Cereceda, 2001).

Entre los contaminantes más comunes de origen humano se encuentran plaguicidas, herbicidas, fertilizantes químicos, detergentes, hidrocarburos, aguas residuales, plásticos y otros tipos de materiales sólidos (Olson, 2016). 2009).

## 7. MARCO METODOLÓGICO

### 7.5. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localizó en la costa de Ecuador, específicamente al nordeste de la Provincia de Santa Elena, en el cantón La Libertad, con coordenadas geográficas de  $80^{\circ}54'53.256''\text{W}$  y  $2^{\circ}12'40.076''\text{S}$ . Para llevar a cabo una investigación exhaustiva, se establecieron seis estaciones específicas en esta ubicación estratégica, donde se realizarán diversos muestreos y análisis. La elección precisa de esta ubicación geográfica permitirá la obtención de datos detallados y representativos, contribuyendo así a una comprensión más completa de la dinámica de los dinoflagelados en respuesta a las variaciones en cada estación (Figura 1).

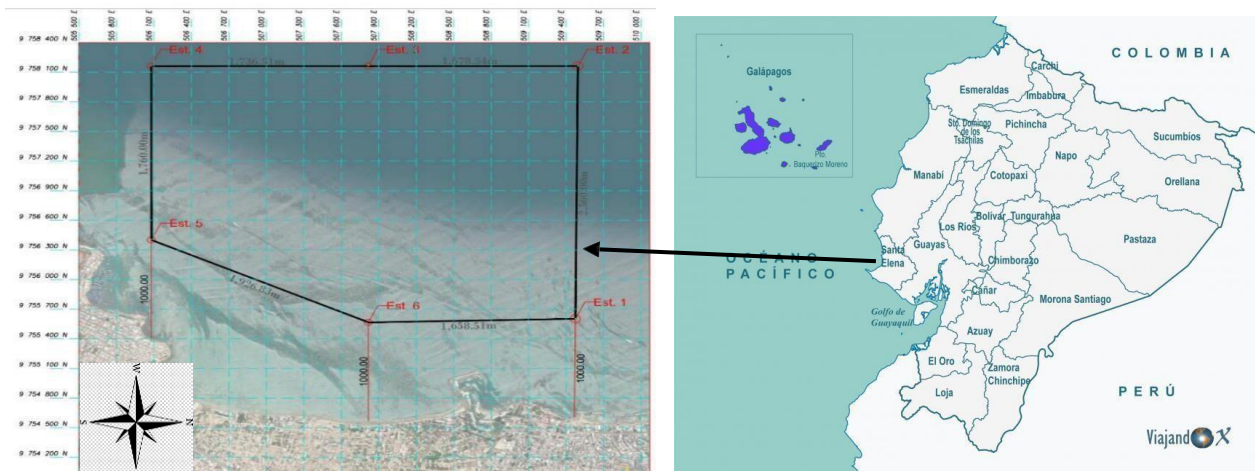


Figura 1. Imagen Satelital; Ubicación Geográfica del área de estudio y estaciones establecidas de muestreos a lo largo de la Bahía La Libertad, Santa Elena, Ecuador (Ríos, 2023).

Tabla 1. Coordenadas en UTM (Grado, minutos y segundos)

COORDENADAS CON GPS GARMIN 78S : UTM WGS-84								
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS		COORDENADAS	
EST	PV				Y	X	LATITUD	LONGITUD
				EST.1	9,755,601.96	509,474.37	2° 12' 40.076" S	80° 54' 53.256" W
EST.1	EST.2	N 00°27'23.97" E	2,560.00	EST.2	9,758,161.88	509,494.77	2° 11' 16.7" S	80° 54' 52.6" W
EST.2	EST.3	N 90°00'00" W	1,678.54	EST.3	9,758,161.88	507,816.23	2° 11' 16.703" S	80° 55' 46.944" W
EST.3	EST.4	N 90°00'00" W	1,736.51	EST.4	9,758,161.88	506,079.72	2° 11' 16.705" S	80° 56' 43.165" W
EST.4	EST.5	S 00°00'00" E	1,760.00	EST.5	9,756,401.88	506,079.72	2° 12' 14.028" S	80° 56' 43.163" W
EST.5	EST.6	S 64°19'09.93" E	1,926.83	EST.6	9,755,566.88	507,816.23	2° 12' 41.222" S	80° 55' 46.94" W
EST.6	EST.1	N 88°47'16.70" E	1,658.51	EST.1	9,755,601.96	509,474.37	2° 12' 40.076" S	80° 54' 53.256" W
<b>SUPERFICIE = 8,081,146.33 m<sup>2</sup></b>								

Fuente: (Ríos, 2023)

## 7.6. TRABAJO DE CAMPO

En este estudio, en la fase inicial, se realizó una cuidadosa selección del área de muestreo en la Bahía de Santa Elena. La elección meticulosa de las ubicaciones específicas de las estaciones se llevó a cabo con el propósito de asegurar la representatividad y exhaustividad de los análisis. Este proceso implicó consideraciones geográficas detalladas para garantizar que las estaciones reflejaran de manera precisa la diversidad de condiciones ambientales en la bahía.

Se llevaron a cabo salidas mensuales en la Bahía de Santa Elena, realizando monitoreos superficiales por la mañana para cada mes. Se empleó un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para obtener la ubicación exacta de las 6 estaciones, totalizando 18 muestreos. Estos muestreos incluyeron 3 estaciones neríticas (1, 5 y 6 a 0.5 millas) y 3 estaciones oceánicas (2, 3 y 4 a 3 millas). Durante estas salidas mensuales, se utilizó una embarcación de fibra de vidrio equipada con un motor fuera de borda para realizar arrastres superficiales. Este proceso se llevó a cabo a una velocidad constante de 2 nudos, siguiendo

una trayectoria cuidadosamente planificada durante un período de 10 minutos, utilizando una red cónica simple wp2 con un diámetro de 30 cm, un poro de malla de 55  $\mu\text{m}$  y una longitud total de 1 m (Salinas, 2014).

Las muestras recolectadas de dinoflagelados se empaquetaron en botellas de vidrio o plástico de 250 ml, cada una con una etiqueta de almacenamiento (Vera, 2014).

## **7.7. PARÁMETROS AMBIENTALES**

Se empleó una sonda multiparamétrica HI 9829 para evaluar los parámetros ambientales, como pH, salinidad y temperatura, durante la ejecución de los arrastres. Todas estas mediciones se llevaron a cabo en la embarcación, que estaba equipada con un motor fuera de borda de 40 HP, y fue utilizada en todas las salidas de muestreo.

Se realizó la evaluación de la turbidez del agua utilizando un disco Secchi con un diámetro de 20-30 cm, proporcionando una medición directa de la claridad del agua en el área de estudio. Durante los muestreos mensuales, se llevaron a cabo observaciones detalladas para registrar la presencia y concentración de materia orgánica, con especial atención a identificar el mes en el que se registrara la mayor concentración.



## **7.8. PRESERVACIÓN DE MUESTRAS**

Las muestras se recolectaron en frascos de policarbonato de 500 ml, cada uno debidamente etiquetado con información detallada que incluía la fecha, la hora y la estación específica de recolección. Luego, se aplicó un proceso de preservación mediante una solución al 4% de formaldehído, la cual fue neutralizada con Bórax (Tetraborato de Sodio) según lo recomendado por Salinas (2014). La neutralización tenía como objetivo establecer un entorno alcalino con un pH de 7.5 a 8, adoptando la técnica propuesta por Boltovsky (1981), para garantizar la conservación óptima de las muestras. Posteriormente, las muestras fueron trasladadas al laboratorio de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena para llevar a cabo los análisis correspondientes.

## **7.9. ANÁLISIS ECOLÓGICOS**

### **7.9.1. ÍNDICE DE DIVERSIDAD**

#### **Índice de Shannon-Wiener (1949)**

El índice de diversidad se denota comúnmente como  $H'$  y se expresa mediante un número positivo. En la mayoría de los ecosistemas naturales, este índice varía entre 0.5 y 5, siendo su valor típico entre 2 y 3. Se considera que valores inferiores a 2 indican una baja diversidad, mientras que valores superiores a 3 indican una alta diversidad de especies,

según Shannon y Weaver (1949).

El índice de Shannon se calcula por la fórmula:

$$H' = -\sum_{i=1}^s (P_i \times \log P_i)$$

En la fórmula, S representa el número total de especies presentes en la muestra, Pi denota la proporción de individuos de una especie i en relación con la abundancia total de esa especie ( $n_i/N$ ), donde  $n_i$  representa el número de individuos de esa especie y N es el total de individuos de todas las especies.

### **Índice de equidad de Pielou (1969)**

Este índice se refiere a la distribución de los taxones en las estaciones de muestreo y proporciona una medida de la proporción de diversidad con respecto a la máxima diversidad posible. Su rango va de 0 a 1, donde valores cercanos a 1 indican una mayor equidad o homogeneidad en la distribución de las especies, lo que significa que todas las especies son igualmente abundantes en un lugar determinado.

### **Índice de Dominancia de Simpson (1949)**

Este índice toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin considerar la contribución del resto, indicando la probabilidad de que, al tomar una muestra al azar, dos individuos sean de la misma especie. Las especies más dominantes influyen significativamente en este cálculo, revelando la relación entre la riqueza y la abundancia de especies en un lugar específico. Su valor oscila entre 0 y 1, y a medida que se acerca a 1, se evidencia una mayor dominancia de especies y una menor diversidad (Moreno, 2001). La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$D = -\sum_{i=1}^s P_i^2$$

### **7.9.2. ANÁLISIS MEDIANTE LA CORRELACIÓN**

Es un índice que posibilitó la evaluación del grado de relación entre dos o más variables, su rango varía de 0 en ausencia de correlación a 1 en presencia de una correlación directa, siempre que ambas variables sean de naturaleza cuantitativa.

### **7.9.3. ANÁLISIS MULTIVARIADO**

Para identificar las disparidades espaciales en el fitoplancton entre las estaciones, se empleó el análisis de varianza de una vía (ANOVA) no paramétrico de Kruskal-Wallis (Boyer et al., 1997) para evaluar las estaciones durante los meses de monitoreo. Las estaciones se utilizaron como variable independiente, mientras que las variables abióticas (temperatura, salinidad, oxígeno y pH) y bióticas (densidad poblacional) se consideraron como variables dependientes.

Se aplicó la prueba de Fisher para identificar diferencias significativas entre los meses muestreados. Se llevó a cabo un análisis de escalamiento multidimensional no paramétrico (MDS) sobre la distribución y abundancia de las especies de dinoflagelados presentes (Legendre & Legendre, 1998). Se realizó el análisis de similitud (ANOSIM) para evaluar las diferencias entre las especies de la comunidad del fitoplancton entre estaciones y meses. Además, se empleó el SIMPER para determinar las especies que contribuyeron significativamente a las disimilitudes en las estructuras comunitarias entre las estaciones.

Con el fin de conocer las posibles relaciones entre las especies que aparecieron en porcentajes mayor al 10 % y las variables ambientales registradas se efectuó un análisis de correspondencia canónica (ACC), este procedimiento permite ubicar las especies con las variables ambientales en un sistema de coordenadas (Ter Braak & Verdonschor 1995), en todas las pruebas estadísticas se consideró una significancia de  $p = 0.05$  (Asencio, 2021).

## 8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

### 8.1. DISTRIBUCIÓN DE LOS DINOFLAGELADOS

En septiembre de 2023, se detectaron en total 23 especies de dinoflagelados. La distribución de estas especies se caracterizó de la siguiente manera: *C. macroceros var gallicum* alcanzó su concentración máxima en las estaciones 1 y 6, con 73 cel/m<sup>3</sup>, mientras que su concentración más baja se registró en la estación 4, con 40 cel/m<sup>3</sup>. La especie *Ceratium fusus* presentó concentraciones más altas en la estación 1, con 42 cel/m<sup>3</sup>, y concentraciones más bajas en la estación 4, con 12 cel/m<sup>3</sup>. *Ceratium porrectum* mostró su concentración máxima en la estación 1, con 61 cel/m<sup>3</sup>, y su concentración mínima en la estación 3, con 13 cel/m<sup>3</sup>. En cuanto a las concentraciones celulares más reducidas, se identificaron *Gonyaulax poligrama* con 9 cel/m<sup>3</sup> en la estación 2 y *Ceratium lineatum* con 9 cel/m<sup>3</sup> en la estación 5, siendo estas dos últimas especies las menos dispersas (Figura 2).

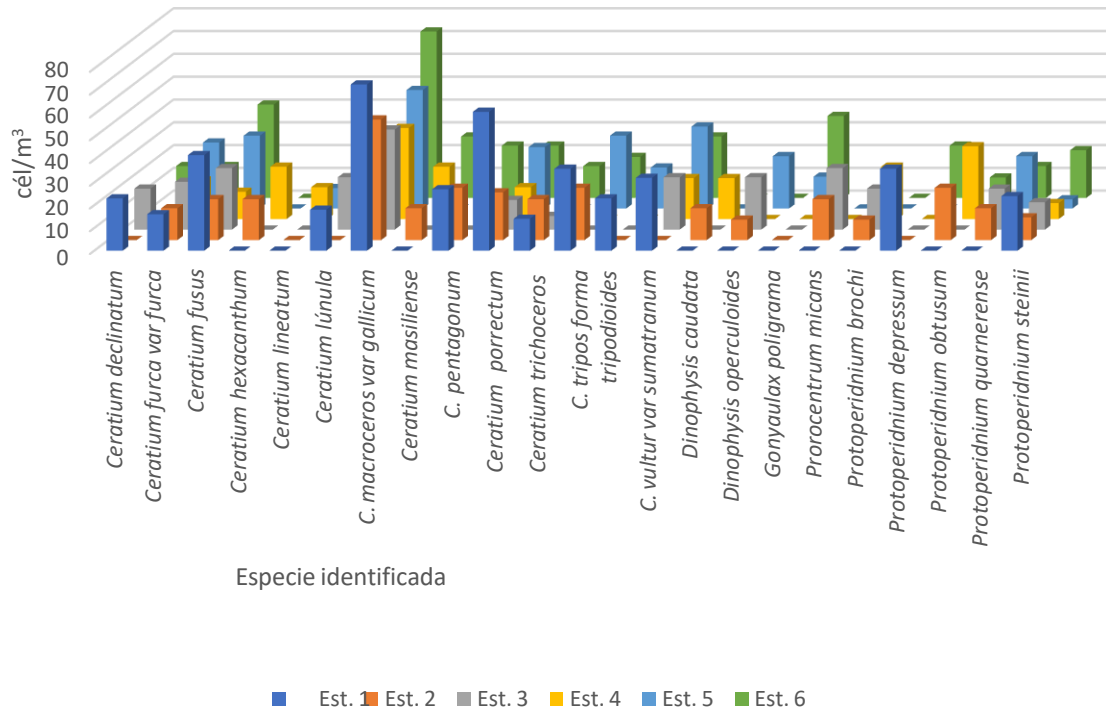


Figura 2. Distribución de dinoflagelados identificados en septiembre.

En octubre de 2023, se registraron en total 24 especies de dinoflagelados. La distribución de estas especies se caracterizó de la siguiente manera: *Ceratium tripos* forma tripodioides alcanzó su mayor concentración en la estación 3, con 72 cel/m<sup>3</sup>, y su menor concentración en la estación 5, con 10 cel/m<sup>3</sup>. La especie *Protoperidinium grande* presentó su concentración máxima en la estación 2, con 76 cel/m<sup>3</sup>, y su concentración mínima en la estación 4, con 23 cel/m<sup>3</sup>. En cuanto a *Ceratium lineatum*, mostró su mayor concentración en la estación 1, con 65 cel/m<sup>3</sup>, y su menor concentración en la estación 6, con 13 cel/m<sup>3</sup>. En términos de concentraciones celulares más reducidas, se identificó a *Gonyaulax poligrama* con 9 cel/m<sup>3</sup> en la estación 2 y *Ceratium lineatum* con 9 cel/m<sup>3</sup> en la estación 5, siendo estas dos últimas especies las menos dispersas (Figura 3).

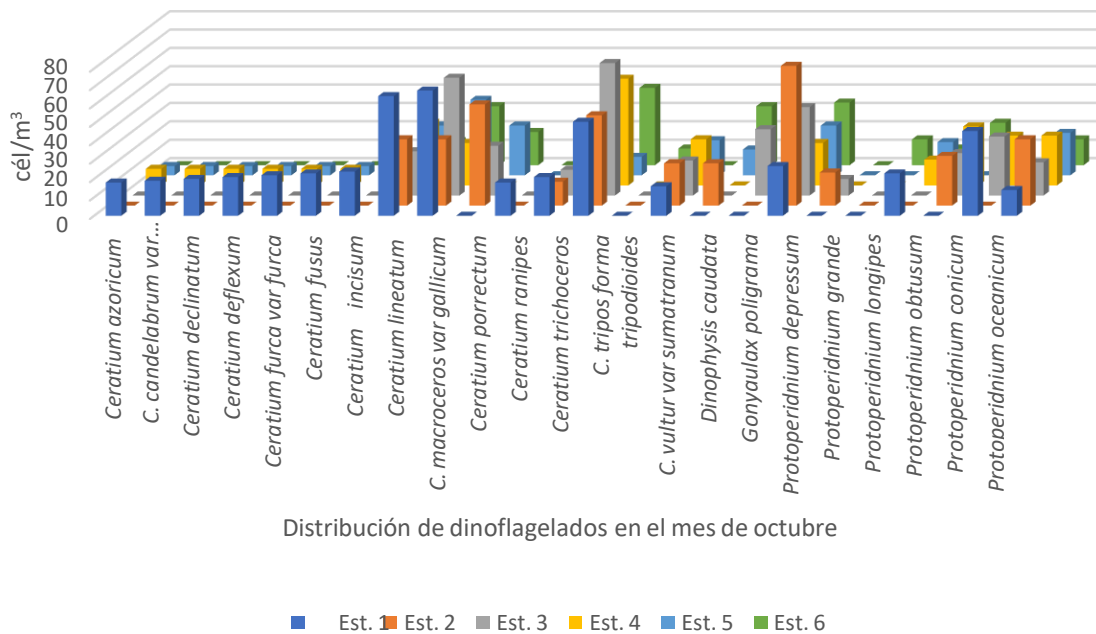


Figura 3. Distribución de dinoflagelados en octubre.

En noviembre de 2023, se registraron en total 23 especies de dinoflagelados. La distribución de estas especies se caracterizó de la siguiente manera: *Ceratium furca var furca* alcanzó su mayor concentración en la estación 6, con 82 cel/m<sup>3</sup>, y su menor concentración en la estación 4, con 31 cel/m<sup>3</sup>. *Pyrophacus steinii* presentó su concentración máxima en la estación 3, con 78 cel/m<sup>3</sup>, y su concentración mínima con 23 cel/m<sup>3</sup> en la estación 4. En cuanto a *Dinophysis caudata*, mostró su mayor concentración de 64 cel/m<sup>3</sup> en la estación 4, con menor concentración en la estación 5, con 14 cel/m<sup>3</sup>. En términos de concentraciones celulares más reducidas, se identificaron *Gonyaulax poligrama* con 9 cel/m<sup>3</sup> en la estación 2 y *Ceratium lineatum* con 9 cel/m<sup>3</sup> en la estación 5, siendo estas dos últimas especies las menos dispersas (Figura 4).

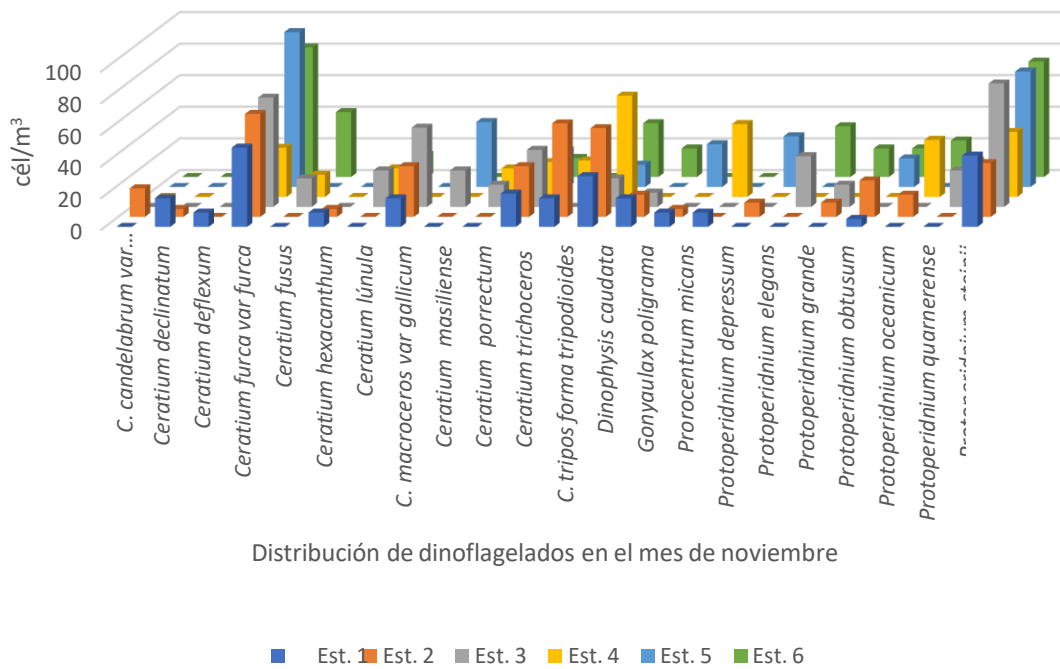


Figura 4. Distribución de dinoflagelados en noviembre.

## 8.2. ABUNDANCIA DE DINOFLAGELADOS EN LAS ESTACIONES FIJAS

En septiembre de 2023 la abundancia de las especies de dinoflagelados comprendió en el siguiente orden: *Ceratium macroceros* var *gallicum* con un 17.1%, seguido de *Ceratium fusus* con 8.8%, *Ceratium porrectum* 8.1%, y *Dinophysis caudata* con 7%. Por otro lado, las especies menos abundantes fueron *Dinophysis operculoides*, *Protoperidinium brochi* con 2% y *Ceratium lineatum* con 1% (Figura 5).



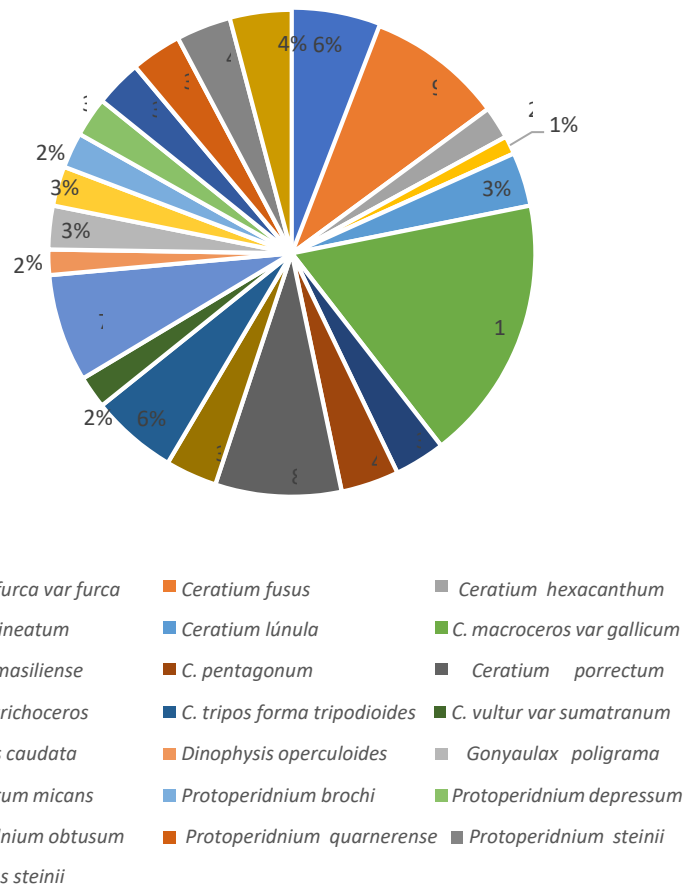


Figura 5. Abundancia de las especies de dinoflagelados en septiembre.

En octubre de 2023 la abundancia de las especies de dinoflagelados comprendió en el siguiente orden: *Ceratium tripos forma tripodoides* con un 13.1%, seguido de *Protoberidnium grande* con 10.9%, *Ceratium lineatum* 9.3% y *Pyrophacus steinii* con 6.1%. Por otro lado, las especies menos abundantes fueron *Protoberidnium obtusum* con 0.7% y *Ceratium vultur var sumatranum* con 0.4% (Figura 6).

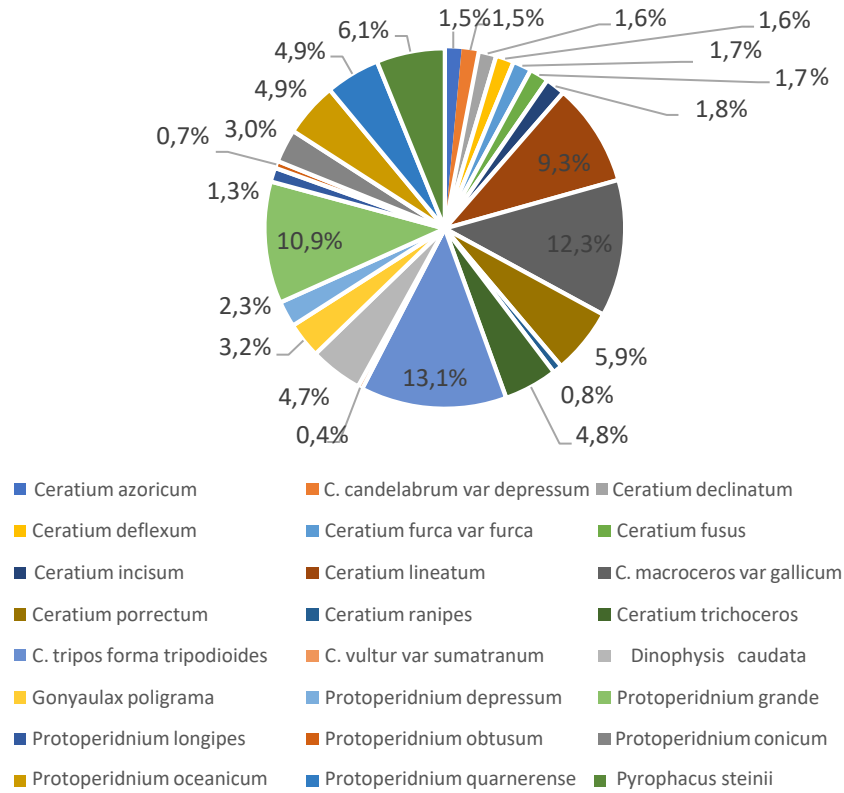


Figura 6. Abundancia de las especies de dinoflagelados en octubre

En noviembre de 2023 la abundancia de las especies de dinoflagelados comprendió en el siguiente orden: *Ceratium furca var furca* con un 18.8%, seguido de *Pyrophacus steinii* con 16.4%, *Dinophysis caudata* con 10.4% y *Ceratium trichoceros* 6.9%. Por otro lado, las especies menos abundantes fueron *Protoperidnium obtusum* con 0.7% y *C. vultur var sumatranum* con 0.4% (Figura 7).

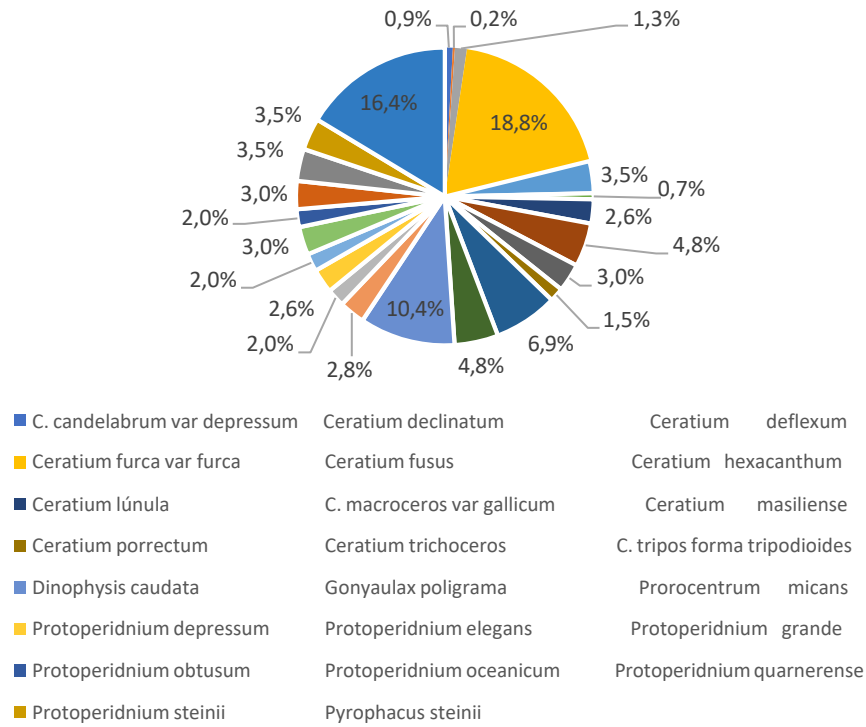


Figura 7. Abundancia de las especies de dinoflagelados en noviembre

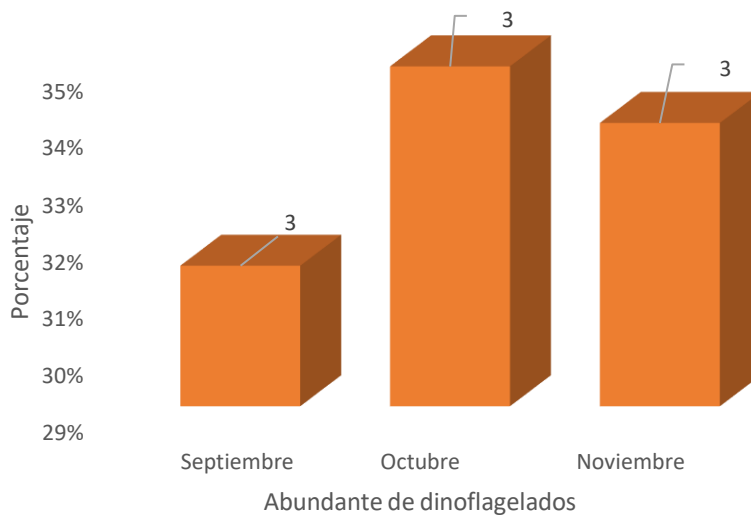


Figura 8. Abundancia de dinoflagelado de septiembre, octubre y noviembre

Las especies de dinoflagelados más abundante se obtuvo en el octubre con un 35%, debido que la mayoría de las especies se encuentran internacionalmente en aguas cálidas y costeras, noviembre con un 34 % y septiembre con un 31 % (Figura 8).

### 8.3. ANÁLISIS CON LOS ÍNDICES SHANNON WEAVER, PIELOU Y SIMPSON

Se calcularon los índices ecológicos que evaluaron la diversidad (Shannon-Wiener), la equitatividad (Pielou) y la dominancia (Simpson) en el estudio.

En septiembre, se observó una baja dominancia en las seis estaciones de estudio, con un rango promedio de 0.09 bits. En cuanto a la diversidad de Shannon, se obtuvo un promedio de 1.8, y, por último, la equitatividad correspondiente para las seis estaciones fue un promedio de 1.3 bits en el mes (Figura 9).

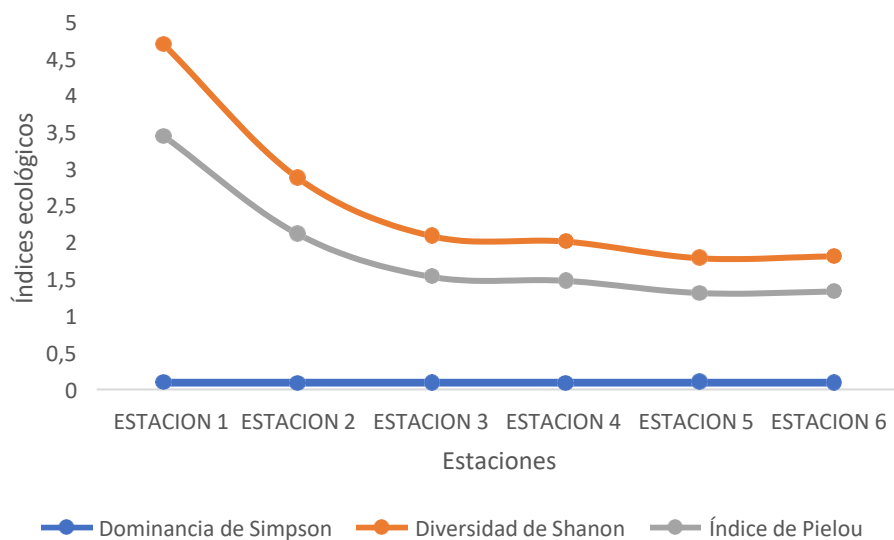


Figura 9. Índices ecológicos de septiembre.

En octubre, se registró una baja dominancia en las seis estaciones de estudio, con un rango promedio de 0.07 bits. Respecto a la diversidad de Shannon, se obtuvo un promedio de 6.4, y la equitatividad correspondiente para las seis estaciones tuvo un promedio de 4.6 bits en

el mes (Figura 10)

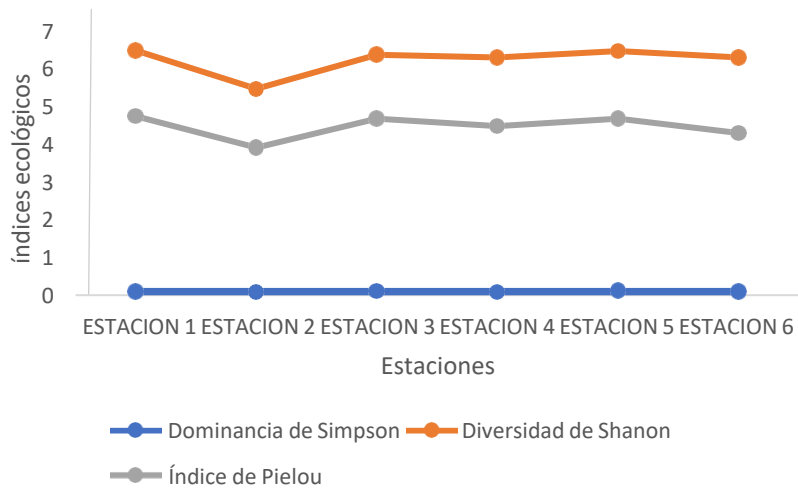


Figura 10. índices ecológicos de octubre.

Finalmente, en noviembre se observó una baja dominancia en las seis estaciones de estudio, con un rango promedio de 1.0 bits. En cuanto a la diversidad de Shannon, se obtuvo un promedio de 6.1, y la equitatividad correspondiente para las seis estaciones tuvo un promedio de 4.5 bits en el mes (Figura 11).

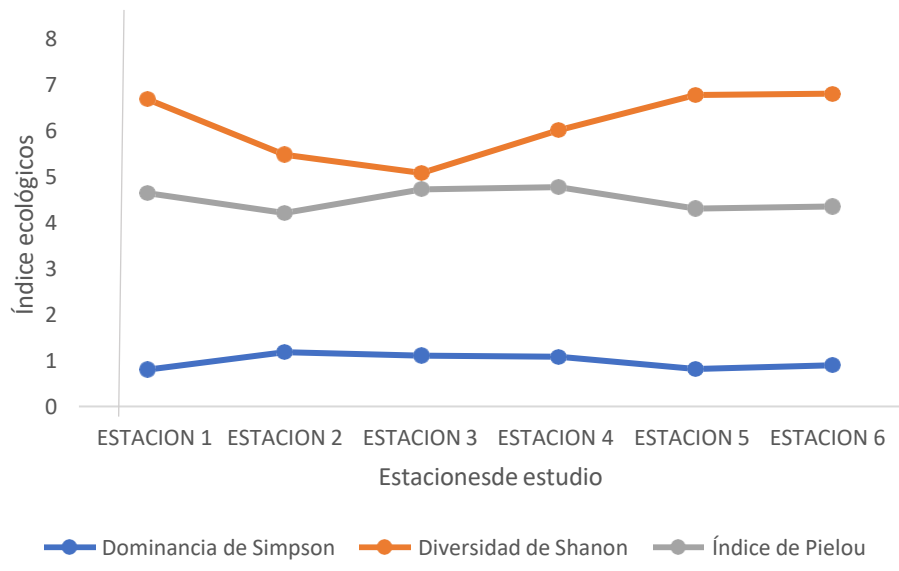


Figura 11. índices ecológicos de noviembre.

#### **8.4. CORRELACIONAR LAS ESPECIES DE DINOFLAGELADOS Y LAS VARIABLES ABIÓTICAS**

La temperatura superficial del mar experimentó variaciones entre 26.68°C y 25.13°C, con una media de 25.8°C. No se detectaron diferencias significativas espaciales en el área de estudio (KW = 0.76,  $p > 0.05$ ; Fig. 12a).

La salinidad en la zona de estudio mostró fluctuaciones desde un valor máximo de 31.21 ups hasta un mínimo de 30.23 ups, con una media de 30.79 ups, evidenciando una distribución homogénea de sus concentraciones (razón  $F=0.30$ ;  $P=0.89$ ;  $KW=2.8$ ; Fig. 12b).

En cuanto al oxígeno, se registraron valores que oscilaron entre 5.92 mg/L y 4.65 mg/L, con una media de 5.38 mg/L. Esta variable presentó diferencias significativas entre los meses muestreados y las estaciones de muestreo (WK = 11.26;  $p=0.046$ ; Fig. 12c).

Las concentraciones de potencial de hidrógeno (pH) variaron entre 8.59 y 8.46, con una media de 8.51. Es importante señalar que, al aplicar el análisis de varianza de una vía, se obtuvo una razón ( $F=0.532$  y  $p=0.748$ ;  $KW=3.80$   $p=0.578$ ; Fig. 12d), no revelándose diferencias significativas en los valores de pH en toda la zona de estudio.

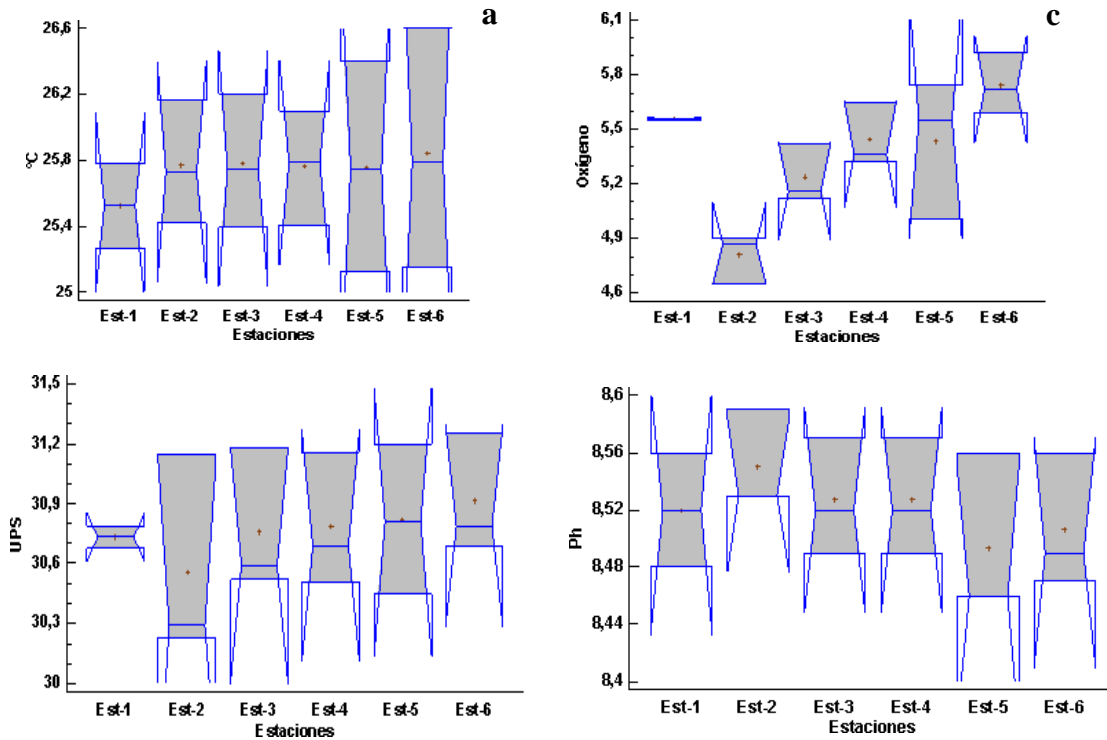


Figura 12. Distribución de las variables abióticas en la Bahía de Santa Elena, durante octubre a noviembre 2023

Con el propósito de identificar las variaciones espaciales del fitoplancton entre las estaciones, se empleó el análisis de varianza de una vía (ANOVA) no paramétrico de Kruskal-Wallis (Boyer et al., 1997) para evaluar las estaciones durante los meses de monitoreo. Las estaciones fueron consideradas como la variable independiente, mientras que las variables abióticas (temperatura, salinidad, oxígeno y pH) y la variable biótica (densidad poblacional) se utilizaron como variables dependientes.



Se aplicó la prueba de Fisher para evaluar las diferencias significativas entre los meses muestreados. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis de escalamiento multidimensional no paramétrico (MDS) sobre la distribución y abundancia de las especies de dinoflagelados.

Utilizando las especies identificadas (Legendre & Legendre, 1998), se ejecutó un análisis de similitud (ANOSIM) para examinar las diferencias entre las especies en la comunidad del fitoplancton entre estaciones y meses.

Se implementó el SIMPER para identificar las especies que presentaban diferencias significativas en las estructuras comunitarias entre las estaciones.

Con el propósito de explorar posibles relaciones entre las especies que representaban más del 10 % y las variables ambientales registradas, se llevó a cabo un análisis de correspondencia canónica (ACC). Este análisis permitió visualizar la asociación entre las especies y las variables ambientales en un sistema de coordenadas (Ter Braak & Verdonschot, 1995). Todas las pruebas estadísticas se consideraron significativas a un nivel de  $p = 0.05$ .

La variación en la abundancia de las especies de fitoplancton en relación con la ubicación de las estaciones reveló diferencias estadísticamente significativas ( $KW = 36.66$ ,  $p < 0.05$ ; (Fig. 12a). Para representar la distribución de la abundancia de las especies de fitoplancton en función de la ubicación de las estaciones, se empleó la ordenación nMDS (Stress=0.2499). Se observó un ajuste moderado de las dos zonas de estudio, destacándose una mayor asociación entre las estaciones externas (Est-2, Est-3 y Est-4) (Fig. 13b).

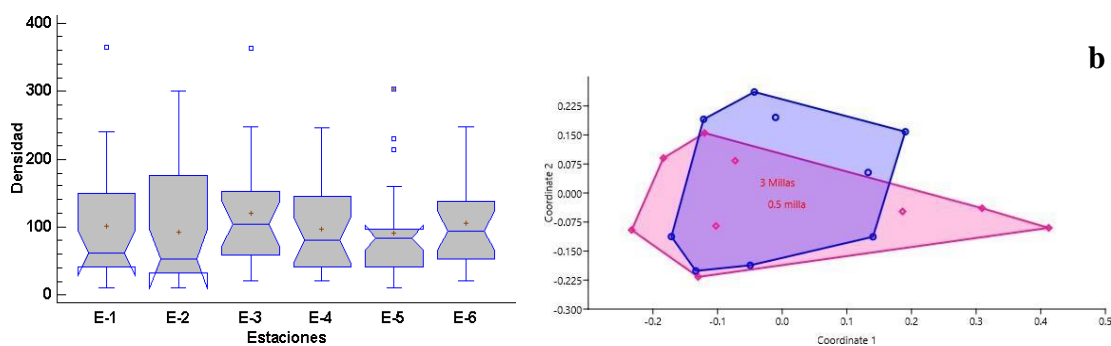


Figura 13. Distribución de la abundancia poblacionales por estación (a), Ordenación Nmds (Stress=0.2) (b).

El análisis ANOSIM aplicado a las especies registradas en cada estación durante diferentes meses y sus respectivas abundancias resultó en un R global de -0.02 y un valor p de 0.53.

Según el análisis SIMPER, la disimilitud en la estructura comunitaria entre las dos zonas de estudio, a 0.5 y 3 millas de la costa, fue del 56.95% (Tabla 2). *Ceratium furca*, *Ceratium tripos*, *Ceratium macroceros* y *Pyrophacus steinii* contribuyeron significativamente a esta disimilitud.

Tabla 2. Disimilitud entre la estructura comunitaria las zonas de estudios

Taxon	Av. disim	Contrib. %	Cumulative %
Ceratium furca v 4,806	8,439	8,439	8,439
C. tripos forma t 4,127	7,248	15,69	15,69
C. macroceros vi 4	7,025	22,71	22,71
Pyrophacus steiri 3,724	6,54	29,25	29,25
Protoperidinium 3,313	5,817	35,07	35,07
Protoperidinium 2,772	4,858	39,94	39,94
Ceratium pomec 2,758	4,844	44,78	44,78
Dinophysis caud 2,642	4,64	49,42	49,42
Ceratium lineatu 2,554	4,486	53,91	53,91
Ceratium fusus 2,437	4,28	58,19	58,19
Protoperidinium 2,185	3,836	62,02	62,02
Gonyaulax polig 1,824	3,203	65,23	65,23
Ceratium maslie 1,702	2,988	68,22	68,22
Ceratium lúnula 1,612	2,83	71,05	71,05
Protoperidinium 1,587	2,788	73,83	73,83
Protoperidinium 1,498	2,631	76,46	76,46
Prorocentrum m 1,438	2,525	78,99	78,99
Ceratium trichoc 1,367	2,401	81,39	81,39
Ceratium declini 1,313	2,305	83,7	83,7
Ceratium deflex 1,04	1,827	85,52	85,52
C. pentagonum 1,003	1,76	87,28	87,28
Protoperidinium 0,9081	1,595	88,88	88,88
Ceratium hexaco 0,8914	1,565	90,44	90,44
Protoperidinium 0,8655	1,52	91,96	91,96
C. vultur var sum 0,8276	1,453	93,42	93,42
Protoperidinium 0,8245	1,448	94,86	94,86
C. candelabrum 0,6765	1,188	96,05	96,05
Dinophysis oper 0,5822	1,022	97,07	97,07
Ceratium incisur 0,5336	0,937	98,01	98,01

En el análisis de componentes principales, el componente 1 contribuyó con un 54.43% y mostró una correlación del 0.87 entre la temperatura y la salinidad con las especies de *Ceratium macroceros*, *Ceratium pentagonum*, *C. vultur*, *C. fusus* y *Dinophysis operculoides*. Por otro lado, el oxígeno se correlacionó con las especies de *Ceratium lúnula*, *C. ranipes*, *C. declinatum*, *Protoperidinium obtusum* y *Protoperidinium micans*.

La variable de potencial de hidrógeno se correlacionó con las especies de *Pyrophacus steinni*, *Protoperidinium oceanicum*, *P. elegans*, *Ceratium deflexum* y *Ceratium furca* var. *Furca* (Figura 14).

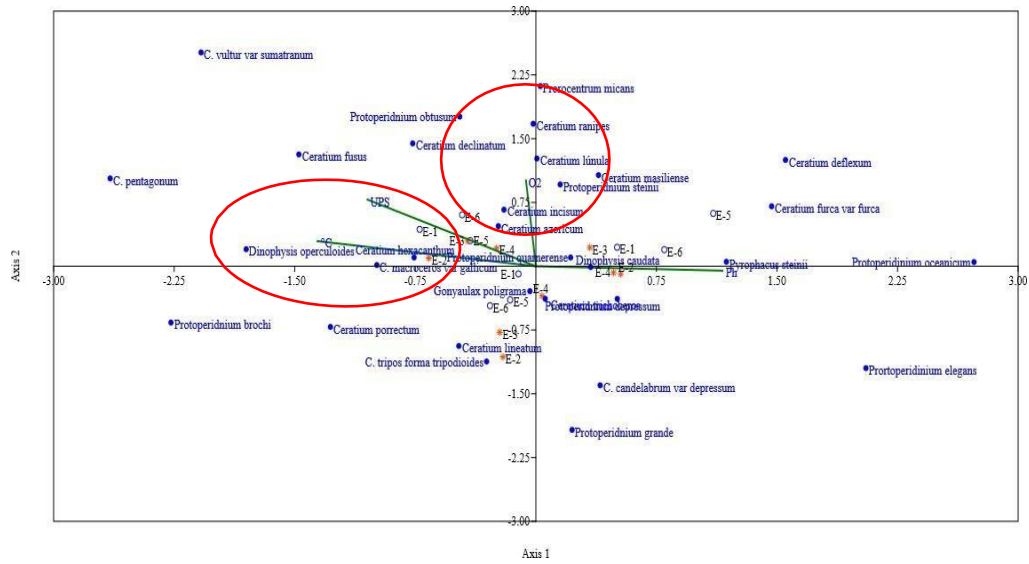


Figura 14. Proyección octogonal del ACC entre las estaciones de (0.5 y 3 millas costa afuera) entre las especies de dinoflagelados y las variables ambientales medidas.

## 9. DISCUSIÓN

A lo largo de la investigación llevada a cabo durante septiembre, octubre y noviembre de 2023, se proporcionó una visión detallada de la comunidad de dinoflagelados en el ecosistema acuático objeto de análisis. Se identificaron un total de 25 especies de dinoflagelados, de las cuales 14 pertenecen al género *Ceratium*, 7 al género *Protoperidnium*, 2 al género *Dinophysis* y 1 a los géneros *Gonyaulax* y *Pyrophacus*.

Durante septiembre, se observó que *C. macroceros var gallicum* destacaba con concentraciones notables en varias estaciones. En octubre, *C. tripos* forma tripodioides lideró las concentraciones en las estaciones respectivas, mientras que, en noviembre, *Ceratium furca var furca* presentó concentraciones significativas. El análisis de la distribución mensual de especies reveló cambios en las dominantes, como *Ceratium fusus* en septiembre, *Protoperidnium grande* en octubre y *Ceratium furca var furca* en noviembre. Borbor (2005) menciona la presencia de 2 especies de *Ceratium* y *Protoperidnium*, así como 1 especie de *Dinophysis* que son más frecuentes en la bahía de Santa Elena.

Las especies más abundante fueron *Ceratium furca var furca* y *Ceratium macroceros var gallicum*, con un 56 %. Yagual (2014) y Castillo et al. (1992), señala que el género *Ceratium* el más abundante con debido a que la mayoría de sus especies son cosmopolitas de aguas cálidas y costeras.

En su investigación, Vera (2014) señala la presencia de 27 especies de dinoflagelados en la zona estudiada, siendo *Ceratium furca* var. *furca*, *Dinophysis caudata* y *Ceratium tripos* las especies predominantes. La temperatura superficial del mar fluctuó entre un máximo de 29.5 °C en marzo y un mínimo de 21.5 °C en octubre. En cuanto a los nutrientes, el silicato se distribuyó de manera uniforme en toda el área, mientras que el fosfato se registró con una concentración de 0.7 µg-at P/L, siendo este valor más elevado en la estación 3. A pesar de que el análisis de Anova no reveló diferencias significativas entre estaciones y fechas de muestreo, los dinoflagelados se destacaron como el componente principal, a pesar de que el coeficiente de correlación de Pearson entre las variables mostró una baja significancia estadística.

En su estudio, Delgado (2013) informa que la temperatura promedio osciló entre 20°C y 27.30°C, y al comparar los registros de parámetros en el área de estudio, no se detectaron diferencias espaciales significativas. La salinidad, el oxígeno y las concentraciones del potencial de hidrógeno mostraron una distribución homogénea de las especies.

Por otro lado, Borbor (2005) destaca, a través de la correlación de índices ecológicos, similitudes en la baja dominancia, especialmente en octubre y noviembre. Aunque Borbor no proporciona detalles específicos sobre diversidad y equitatividad, la variabilidad mensual en las especies dominantes identificada en la presente investigación coincide con las observaciones de Borbor sobre cambios estacionales en la distribución de biomasa fitoplanctónica.

Considerando las variables ambientales, se observa una relación inversamente proporcional entre la temperatura, el pH y el oxígeno disuelto, donde mayores temperaturas se asocian con menores niveles de oxígeno disuelto en el agua, lo cual guarda relación con la abundancia del fitoplancton. Según Altamirano (2022), la realización de investigaciones sobre la variabilidad del fitoplancton y su relación con los parámetros ambientales permite detectar posibles anomalías oceanográficas. Esto se debe a que los cambios graduales en la temperatura no solo influyen en la presencia o ausencia de grupos fitoplanctónicos, sino que también podrían tener un impacto indirecto en la reducción del tamaño del fitoplancton, ya que la disponibilidad de nutrientes se ve directamente afectada por las variaciones de temperatura. Como resultado, se estarían afectando otros niveles tróficos superiores.

En resumen, los resultados obtenidos en este estudio acerca de la distribución y abundancia de dinoflagelados en la Bahía de Santa Elena, y su relación con parámetros abióticos, muestran similitudes con los hallazgos de investigaciones previas en la misma línea.

## 10. CONCLUSIONES

En relación con la distribución y abundancia de las especies en la comunidad de dinoflagelados, se concluye que la mayor abundancia y distribución se observó en octubre, dado que la mayoría de estas especies se encuentran comúnmente en aguas cálidas y costeras a nivel internacional. Específicamente, las especies *Ceratium furca* var. *furca* y *Ceratium macroceros* var. *gallicum* se distribuyeron en las seis estaciones, confirmando su naturaleza cosmopolita debido a su estructura morfológica con una pared celular compuesta por placas de celulosa. Estos microorganismos muestran una notable capacidad de adaptación a diferentes ambientes y tienen la capacidad de desplazarse a través de la columna de agua gracias a sus flagelos.

El análisis de índices ecológicos revela que, en las seis estaciones de la bahía de Santa Elena, se observó una baja dominancia según el índice de Simpson. Sin embargo, se registró una diversidad media según el índice de Shannon, indicando que aunque hay pocas especies, cada una de ellas tiene un número bajo de individuos. Además, se observó una baja equitatividad en la comunidad de dinoflagelados según el índice de Pielou. Esto respalda la idea de que la bahía de Santa Elena, al ser una zona portuaria con importantes actividades humanas, está experimentando cambios en el ecosistema y tiene un impacto directo en el estado actual de la región.

En cuanto a la correlación entre las especies de dinoflagelados y las variables abióticas registradas durante los meses de estudio, no se observaron variaciones significativas en la diversidad y abundancia de estas especies. La temperatura, salinidad y pH no mostraron



diferencias significativas, mientras que la concentración de oxígeno presentó variaciones notables entre los meses muestreados y las diferentes estaciones de muestreo.

## **11. RECOMENDACIONES**

Se sugiere la identificación exhaustiva de todas las especies de dinoflagelados como medida para comprender el nivel actual de productividad primaria a un nivel más amplio.

Se aconseja llevar a cabo estudios más frecuentes en el mismo lugar con el fin de identificar posibles variaciones estacionales en las especies y su abundancia.

La realización de pesca de arrastre vertical se recomienda para determinar la distribución y abundancia en profundidad, permitiendo así comprender el comportamiento migratorio de los dinoflagelados a lo largo de la columna de agua.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

- Ajani, P., & Rissik. (2009). Coastal and marine phytoplankton: diversity and ecology. En: Suthers I, Rissik D (eds) Plankton: A guide to their and monitoring for water quality. 141-156.
- Altamirano, K. (2022). Diversidad y abundancia de fitoplancton en cuatro estaciones fijas en la zona Suroeste del Golfo de Guayaquil. Repositorio UPSE. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8110>
- Altamirano, K. (2022). Diversidad y abundancia de fitoplancton en cuatro estaciones fijas en la zona Suroeste del Golfo de Guayaquil en el período 2002, 2003 y 2005. Repositorio Universidad Estatal Península de Santa Elena, 49. Recuperado el 27 de Octubre de 2023
- Asencio, D. G. (2021). Composición, distribución y abundancia de los dinoflagelados en las Costas Ecuatorina. Obtenido de <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/bf46ad12-8567-4df1-a6c6-f2b28287e78e/content>
- Avaria, P. M. (1980). Ceratium tripos forma tripodoides. Obtenido de Microsoft Word - RBM. 17, 1, 1980.doc: [https://rbmo.uv.cl/escaneados/171-1%20\(Parte%202\).pdf](https://rbmo.uv.cl/escaneados/171-1%20(Parte%202).pdf)
- Bergh. (1881). Organismus der Cilioflagellaten. Morfo. Jahrbuch, 7(2): 175-. Obtenido de [file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/0623377\\_00000\\_0000.pdf](file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/0623377_00000_0000.pdf)

- Biofoto, A. d. (2010). *Dinophysis caudata*. Obtenido de <https://www.sciencesource.com/1480380-dinophysis-caudata-dinoflagellate-sem.html>
- Boltovsky, D. (1981). Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. En B. Demetrio, Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. (pág. 936). Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero.
- Borbor, E. V. (2005). Distribución y abundancia del fitoplancton (diatomeas y dinoflagelados) en la bahía de Santa Elena (La Libertad – Ecuador).
- Calcagno, J. (2014). Los invertebrados marinos . Obtenido de [https://eva.fcien.udelar.edu.uy/pluginfile.php/87438/mod\\_resource/content/1/invertebrados-marinos.pdf](https://eva.fcien.udelar.edu.uy/pluginfile.php/87438/mod_resource/content/1/invertebrados-marinos.pdf)
- Calle, H. R. (2017). Dinoflagelados marinos . Obtenido de <https://es.slideshare.net/FondoVerde/02dinoflagelados-marinos-porhumbertoriveracalle>
- Coloma. (2007). ECOLAP y MAE Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. Reserva Marina de Galápagos.
- Delgado-Villar, Jeanette, S., Rosalba, A.-R., & Jimenez-Gutiérrez, L.-R. e. (Julio de 2021). Las extraordinarias formas de vida de los dinoflagelados del Pacífico mexicano. Revista Digital Universitaria, 22(4). Obtenido de <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2021.22.4.3>

- ERFEN-Ecuador, C. (4 de Agosto de 2023). BOLETÍN ERFEN Nro. 009-2023. Obtenido de Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada del Ecuador: [https://www.inocar.mil.ec/boletin/ERFEN/erfen\\_20230804.pdf](https://www.inocar.mil.ec/boletin/ERFEN/erfen_20230804.pdf)
- Espinoza, C. (2019). Medidas de Alpha Diversidad. En C. Espinoza, Medidas de Alpha Diversidad. Obtenido de <https://ciespinosa.github.io/AlphaDiversidad/index.html>
- Fernández, J. U. (2012). El cambio climático. Obtenido de <file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Dialnet-ElCambioClimatico-4817473.pdf>
- Gómez, F. M.-G. (2011). Avances en el estudio de los dinoflagelados (Dinophyceae) con la filogenia molecular. *Scielo.org, Hidrobiológica*, 21(3), 343-364. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-88972011000300011&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972011000300011&lng=es&tlng=es).
- González, M., & Fábrega, J. (2018). Monitoreo de Dinoflagelados Causantes de Ciguatera en las Aguas de Punta Galeta, Colón, Panamá. doi:10.18502/keg.v3i1.1464
- Guerrera, M. (1996). "Florecimiento" de *Ceratium furca*. Obtenido de *Rev. Biol. Trop.*, 44(1): 23-30, .
- Hallegraeff, G. (2002). Guía para acuicultores sobre microalgas australianas nocivas. Junta de Capacitación en la Industria Pesquera de Tasmania / División de Pesca de CSIRO. *Scielo.org*, pp. 111.
- Hansen, G., Altamirano, C., & Beltrán, S. (2003). La marea roja causada por el dinoflagelado *Alexandrium tamarense* en la costa Pacífica colombiana. *Scielo.org*.

- Hernández., M. E. (2013). Especies de dinoflagelados atecados (Dinophyta) de la costa de Chiapas, sur del Pacífico mexicano. *Revista de biología marina y oceanografía.*, 48(2): 245-259.
- Hoyos, J. (2018). Aspectos morfológicos y primer registro del dinoflagelado *Pronoctiluca spinifera* En el caribe colombiano. *Acta Biológica Colombiana*. Obtenido de [https://www.academia.edu/74870218/Aspectos\\_morfol%C3%B3gicos\\_y\\_primer\\_registro\\_del\\_dinoflagelado\\_i\\_Pronoctiluca\\_spinifera\\_i\\_en\\_el\\_Caribe\\_colombiano](https://www.academia.edu/74870218/Aspectos_morfol%C3%B3gicos_y_primer_registro_del_dinoflagelado_i_Pronoctiluca_spinifera_i_en_el_Caribe_colombiano)
- Hurtado, Dahik, Flores, & García. (2016). Estrategia Nacional para la Gestión de Agua de Lastre en Ecuador. *ENGAL*, 392.
- Jordan, R. (1986). The ecological and economic impacts of the El Niño in the south-east pacific. In: *El Niño phenomenon and fluctuations of climate. Lectures presented at the thirty-sixth session of the WMO Executive Council. World Meteorological Organization, WMO N°649. Geneva Switzerland. 18-31pp.*
- Ken, I., & Beverley, G. (2022). Cloroplastos de segunda y tercera mano endinoflagelados: filogenia de la evolución de oxígenoLa proteína potenciadora 1 (PsbO) revela el reemplazo de un gen de plastidio codificado nuclearmente por el de un endosimbionte terciario haptofito. *PNAS. org. doi:https://doi.org/10.1073/pnas.142091799*
- Lalli, C., & Parson, T. (1997). *Biological Oceanography An Introduction*. *Redalyc.org*, 21-45.
- Llorente, I., & Cereceda, I. (2001). *Dinoflagelados*. 12. Obtenido de <https://campus.usal.es/~delcien/doc/DINOS.pdf>

López. (7 de Enero de 2019). El fitoplancton, básico para la vida en la Tierra. Recuperado el Octubre de 2023, de <https://www.gaceta.unam.mx/el-fitoplancton-basico-para-la-vida-en-la-tierra/>

López, R., Cañón, M., & Gracia, M. (2011). Diatomeas. En: Dimar-CIOH. Catálogo de Fitoplancton de la Bahía de Cartagena, Bahía Portete y Agua de Lastre. Dirección General Marítima- Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe., 5.

López-Cortés, D. B.-S.-L.-G.-S.-V. (2011). Co-ocurrencia de *Chattonella marina* y *Gymnodinium catenatum* en la Bahía de La Paz, Golfo de California. *Hidrobiológica* , 21 (2), 185-196.

Martínez, C. C. (2013). Dinoflagelados . Obtenido de <https://www.cyd.conacyt.gob.mx/archivo/267/articulos/dinoflagelados-marinos.html#:~:text=Si%20bien%20los%20dinoflagelados%20pueden,de%20peces%20crust%C3%A1ceos%20etc.>

Menéndez, J. L. (2014). Los dinoflagelados . Obtenido de <https://www.asturnatura.com/temarios/biologia/algas/dinophyta>

Montero, M. V. (2004). Presencia de los dinoflagelados *Ceratium fusus*. Obtenido de *Rev. Biol. Trop.* 52(Suppl. 1): 115-120

Moreno, C. E. (2001). Zaragoza: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo. Obtenido de *Metodos para medir la biodiversidad de aves* .

Olenina, I. H. (2006). *Ceratium lineatum*. Obtenido de [http://nordicmicroalgae.org/taxon/Ceratium%20lineatum?media\\_id=Ceratium%20lineatum\\_5.png](http://nordicmicroalgae.org/taxon/Ceratium%20lineatum?media_id=Ceratium%20lineatum_5.png)

Olson, R. (2016). Contaminación marina: causas y métodos de lucha. Obtenido de <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/contaminacion-marina>

Oshima, Y. (1980). Género *Dinophysis*. Obtenido de Boletín de la Sociedad Japonesa para la Ciencia del Pescado. 46 (11): 1405-1411. doi:10.2331/suisan.46.1405.: <https://costarica.inaturalist.org/taxa/326229-Dinophysis>

Pearson, K. (1901). "On Lines and Planes of Closest Fit to Systems of Points in Space." *Philosophical Magazine*, ( 6, 2(11)), 559-572.

Pensantes, F. (1983). Los Dinoflagelados como indicadores de "EL niño" en el mar ecuatoriano. Obtenido de *Acta oceanográfica del pacifico*: <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/bf46ad12-8567-4df1-a6c6-f2b28287e78e/content>

Pérez, R. G. (2011). Los dinoflagelados un grupo excepcional. Obtenido de *Ciencias 103*, julio-septiembre, 66-69: <https://www.revistacienciasunam.com/pt/111-revistas/revista-ciencias-103/969-los-dinoflagelados.html#:~:text=Los%20dinoflagelados%20son%20protistas%20microsc%C3%B3picos,40%20especies%20par%C3%A1sitas%20y%20simbiontes.>

Raymond, J. (1980). *Plancton y productividad en los océanos. Volumen 1, Fitoplancton*. Prensa de Pergamo, Oxford. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8085/4/UPSE-TBI-2022-0002.pdf>



- Salinas, Y. L. (2014). "Distribución y abundancia de dinoflagelados y su relación con los parámetros ambientales en la bahía de Anconcito Salinas – Ecuador Durante Noviembre 2013 - Marzo 2014". Repositorio Universidad Estatal Península de Santa Elena , 154.
- Senamhi. (Enero de 2023). Boletín Informativo monitoreo del Fenómeno del Niño/La Niña. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). "The Mathematical Theory of Communication.". Urbana: University of Illinois Press.
- Soberón, E. L. (2020). Contaminación marina . Obtenido de [https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/73\\_2/PDF/Ciencia\\_73-2.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/73_2/PDF/Ciencia_73-2.pdf)
- Sourav. (30 de Septiembre de 2023). Dinoflagelado: definición, estructura, reproducción, importancia, ejemplos. Obtenido de Notas de Microbiología: [https://microbiologynote.com/es/dinoflagelado/#google\\_vignette](https://microbiologynote.com/es/dinoflagelado/#google_vignette)
- Sweeney, B. (1987). Bioluminiscencia y ritmos circadianos. En: La Biología 01 Dinoflagelados. F.J.R. Taylor (ed.). Monografías botánicas, 21: 269-281.
- Torres, & Contreras, H. &. (30 de Diciembre de 2021). Variación temporal de la composición y abundancia del fitoplancton en Ciénaga. DIALNET, 12.
- Torres, M., & Tapia, G. (2003). Distribución del fitoplancton en la región costera del mar ecuatoriano, durante diciembre-2000. Acta Oceanográfica del Pacífico 54, 11 (1),.
- Toussaint, B. (2019). Revisión de la contaminación por micro y nanoplasticos en la cadena alimentaria. Aditivos alimentarios y contaminantes: Parte A, Volumen 36, 2019 –

Número 5. Obtenido de <https://seguridadalimentaria.elika.eus/fichas-de-peligros/micro-y-nanoplasticos/>

Traboni, C., Calbet, A., & Saiz, E. (28 de Diciembre de 2021). La mixotrofia, una estrategia alimentaria clave en escenarios de desequilibrio de nutrientes. Instituto Ciencias del Mar.

Vera, E. (2014). "Incidencia de nutrientes y la tsm en proliferación de dinoflagelados en dos sectores marino - Costeros De La Provincia De Santa Elena". Repositorio Universidad Estatal Península de Santa Elena , 144.

Villar, S. J. (2021). Las extraordinarias formas de vida de los dinoflagelados del Pacífico mexicano. Obtenido de Vol. 22, Núm. 4: [https://www.revista.unam.mx/wp-content/uploads/v22\\_n4\\_a3.pdf](https://www.revista.unam.mx/wp-content/uploads/v22_n4_a3.pdf)

Yagual, L. S. (2014). Distribución y abundancia de los dinoflagelados . Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/1466/1/LUIS%20ALBERTO%20SALINAS%20YAGUAL.pdf>

### 13. ANEXOS

Tabla 3. Distribución de dinoflagelados (cél/m<sup>3</sup>) correspondiente a septiembre del 2023.

Especies de dinoflagelados	ESTACIONES FIJAS					
	Est. 1	Est. 2	Est. 3	Est. 4	Est. 5	Est. 6
<i>Ceratium declinatum</i>	23	-	18	-	-	14
<i>Ceratium furca var furca</i>	46	36	41	27	59	64
<i>Ceratium fusus</i>	-	18	27	-	32	41
<i>Ceratium hexacanthum</i>	-	18	-	23	-	-
<i>Ceratium lineatum</i>	-	-	-	14	9	-
<i>Ceratium lúnula</i>	18	-	23	27	-	-
<i>C. macroceros var gallicum</i>	36	18	23	14	55	41
<i>Ceratium masiliense</i>	-	14	-	23	-	27
<i>C. pentagonum</i>	27	23	-	-	-	23
<i>Ceratium porrectum</i>	32	36	-	-	27	-
<i>Ceratium trichoceros</i>	64	32	36	50	-	14
<i>C. tripos forma tripodioides</i>	36	23	-	-	32	18
<i>C. vultur var sumatranum</i>	23	-	-	-	18	-
<i>Dinophysis caudata</i>	32	-	23	18	36	27
<i>Dinophysis operculoides</i>	-	14	-	18	-	-
<i>Gonyaulax poligrama</i>	-	9	23	-	23	-
<i>Prorocentrum micans</i>	-	-	-	-	14	36
<i>Protoberidnium brochi</i>	-	18	27	-	-	-
<i>Protoberidnium depressum</i>	-	9	18	23	-	-
<i>Protoberidnium obtusum</i>	36	-	-	-	-	23
<i>Protoberidnium quarnerense</i>	-	23	-	32	-	9
<i>Protoberidnium steinii</i>	-	14	18	-	23	14
<i>Pyrophacus steinii</i>	87	41	50	59	73	78
<b>Total dinoflagelados</b>	<b>461</b>	<b>347</b>	<b>328</b>	<b>328</b>	<b>401</b>	<b>429</b>
Número de especies	12	16	12	12	12	14

Tabla 4. Distribución de dinoflagelados (cél/m<sup>3</sup>) correspondiente a octubre del 2023.

Especies de dinoflagelados	ESTACIONES FIJAS					
	Est. 1	Est. 2	Est. 3	Est. 4	Est. 5	Est. 6
<i>Ceratium azoricum</i>	18	-	-	9	5	-
<i>C. candelabrum var depressum</i>	-	68	-	-	-	59
<i>Ceratium declinatum</i>	36	-	41	14	-	-
<i>Ceratium deflexum</i>	-	36	46	14	-	36
<i>Ceratium furca var furca</i>	64	64	64	23	41	27
<i>Ceratium fusus</i>	18	-	41	-	27	18
<i>Ceratium incisum</i>	18	-	9	18	9	-
<i>Ceratium lineatum</i>	-	36	14	9	27	-
<i>C. macroceros var gallicum</i>	68	36	64	23	41	32
<i>Ceratium porrectum</i>	-	55	27	-	27	18
<i>Ceratium ranipes</i>	18	-	-	-	-	-
<i>Ceratium trichoceros</i>	50	59	87	46	36	41
<i>C. tripos forma tripodoides</i>	27	59	32	18	9	-
<i>C. vultur var sumatranum</i>	-	-	-	-	-	9
<i>Dinophysis caudata</i>	46	73	59	55	59	-
<i>Gonyaulax poligrama</i>	-	23	-	-	14	32
<i>Protoperidnium depressum</i>	-	-	36	-	14	-
<i>Protoperidnium grande</i>	27	-	18	23	27	-
<i>Protoperidnium longipes</i>	-	18	9	-	-	-
<i>Protoperidnium obtusum</i>	-	-	-	-	-	14
<i>Protoperidnium conicum</i>	23	-	-	14	18	9
<i>Protoperidnium oceanicum</i>	-	27	23	32	-	23
<i>Protoperidnium quarnerense</i>	46	-	32	27	-	-
<i>Pyrophacus steinii</i>	14	36	18	27	23	14
<b>Total dinoflagelados</b>	<b>474</b>	<b>593</b>	<b>620</b>	<b>351</b>	<b>379</b>	<b>333</b>
Número de especies	14	13	17	15	15	13

Tabla 5. Distribución de dinoflagelados (cél/m<sup>3</sup>) correspondiente a noviembre del 2023.

Especies de dinoflagelados	ESTACIONES FIJAS					
	Est. 1	Est. 2	Est. 3	Est. 4	Est. 5	Est. 6
<i>C. candelabrum var depressum</i>	-	18	-	-	-	-

<i>Ceratium declinatum</i>	18	5	-	-	-	-
<i>Ceratium deflexum</i>	9	-	-	-	27	-
<i>Ceratium furca var furca</i>	55	64	68	23	96	78
<i>Ceratium fusus</i>	-	-	18	14	-	41
<i>Ceratium hexacanthum</i>	9	5	-	-	-	-
<i>Ceratium lúnula</i>	-	-	23	18	-	14
<i>C. macroceros var gallicum</i>	18	32	50	-	-	-
<i>Ceratium masiliense</i>	-	-	23	-	41	-
<i>Ceratium porrectum</i>	-	-	14	18	-	-
<i>Ceratium trichoceros</i>	50	32	36	82	100	78
<i>C. tripos forma tripodoides</i>	18	59	-	23	-	-
<i>Dinophysis caudata</i>	32	46	18	-	14	-
<i>Gonyaulax poligrama</i>	18	14	9	-	-	18
<i>Prorocentrum micans</i>	9	5	-	-	27	-
<i>Protoperdinium depressum</i>	9	-	-	46	-	-
<i>Protoperdinium elegans</i>	-	9	-	-	32	-
<i>Protoperdinium grande</i>	-	-	32	-	-	32
<i>Protoperdinium obtusum</i>	-	9	14	-	-	18
<i>Protoperdinium oceanicum</i>	5	23	-	-	18	18
<i>Protoperdinium quarnerense</i>	-	14	-	36	-	23
<i>Protoperdinium steinii</i>	-	-	23	23	-	27
<i>Pyrophacus steinii</i>	128	59	78	41	73	87
<b>Total dinoflagelados</b>	<b>379</b>	<b>392</b>	<b>406</b>	<b>324</b>	<b>429</b>	<b>433</b>
Número de especies	13	15	13	10	9	11

Tabla 6. Parámetros ambientales registrados en las estaciones fijas en septiembre del 2013

Estación	TEMP. (°C)	SAL. (S ‰)	Oxígeno disuelto mg/L	pH	Nitrato ug-at/l	Fosfato ug-at/l	Silicato ug-at/l
1	23,35	36,40	6,8	8,65	0,017	0,4	0,8
2	23,28	36,45	6,84	8,68	0,022	0,3	0,7
3	23,32	36,48	6,86	8,65	0,017	0,5	0,90
4	23,36	36,50	6,85	8,68	0,020	0,3	0,80
5	23,43	36,54	6,9	8,7	0,021	0,4	0,90
6	23,3	36,50	5,8	8,7	0,022	0,3	0,80

Tabla 7. Parámetros ambientales registrados en las estaciones fijas en octubre del 2023.

<b>Estación</b>	<b>TEMP. (°C)</b>	<b>SAL. (S‰)</b>	<b>Oxígeno disuelto mg/L</b>	<b>pH</b>	<b>Nitrito ug-at/l</b>	<b>Fosfato ug-at/l</b>	<b>Silicato ug-at/l</b>
<b>1</b>	24,03	36,19	6,30	8,54	0,02	0,5	0,7
<b>2</b>	23,9	36,59	5,08	8,52	0,023	0,3	0,8
<b>3</b>	24,06	36,61	5,20	8,51	0,018	0,6	0,70
<b>4</b>	23,14	37,08	5,50	8,47	0,017	0,4	0,80
<b>5</b>	23,11	37,1	6,9	8,58	0,022	0,3	0,9
<b>6</b>	23,30	37,18	6,05	8,65	0,021	0,4	0,6


Tabla 8. Parámetros ambientales registrados en las estaciones fijas en noviembre del 2023.





<b>Estación</b>	<b>TEMP. (°C)</b>	<b>SAL. (S‰)</b>	<b>Oxígeno disuelto mg/L</b>	<b>pH</b>	<b>Nitrito ug-at/l</b>	<b>Fosfato ug-at/l</b>	<b>Silicato ug-at/l</b>
<b>1</b>	24,00	36,00	6,28	7,82	0,027	1,0	1,2
<b>2</b>	23,8	36,4	6,4	8,00	0,021	1,1	1,0
<b>3</b>	24,03	36,58	5,80	8,06	0,026	1,5	1,2
<b>4</b>	23,12	37	6,07	8,08	0,029	1,3	1,30
<b>5</b>	23,1	37,08	6,2	8,06	0,020	0,7	1,4
<b>6</b>	23,28	37,16	6,15	8,08	0,023	1,4	1,3

Tabla 9. Especies de dinoflagelados y las variables ambientales



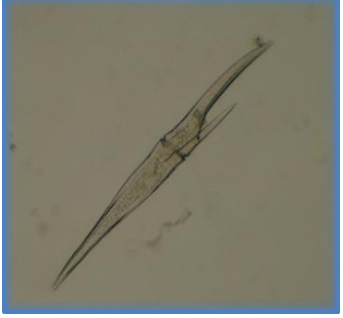

Taxon	Av. dissim	Contrib. %	Cumulative %
Ceratium furca v	4,806	8,439	8,439
C. tripos forma t	4,127	7,248	15,69
C. macroceros v	4	7,025	22,71
Pyrophacus steir	3,724	6,54	29,25
Protoperidnium	3,313	5,817	35,07
Protoperidnium	2,772	4,868	39,94
Ceratium porrec	2,758	4,844	44,78
Dinophysis caud	2,642	4,64	49,42
Ceratium lineatu	2,554	4,486	53,91
Ceratium fusus	2,437	4,28	58,19
Protoperidnium	2,185	3,836	62,02
Gonyaulax polig	1,824	3,203	65,23
Ceratium masilie	1,702	2,988	68,22
Ceratium lúnula	1,612	2,83	71,05
Protoperidnium	1,587	2,788	73,83
Protoperidnium	1,498	2,631	76,46
Prorocentrum m	1,438	2,525	78,99
Ceratium trichoc	1,367	2,401	81,39
Ceratium declin	1,313	2,305	83,7
Ceratium deflexi	1,04	1,827	85,52
C. pentagonum	1,003	1,76	87,28
Protoperidnium	0,9081	1,595	88,88
Ceratium hexaca	0,8914	1,565	90,44
Prortoperidnium	0,8655	1,52	91,96
C. vultur var surr	0,8276	1,453	93,42
Protoperidnium	0,8245	1,448	94,86
C. candelabrum	0,6765	1,188	96,05
Dinophysis oper	0,5822	1,022	97,07
Ceratium incisur	0,5336	0,937	98,01
Ceratium azoric	0,45	0,7902	98,8
Protoperidnium	0,4356	0,765	99,57
Ceratium ranipe	0,2468	0,4335	100

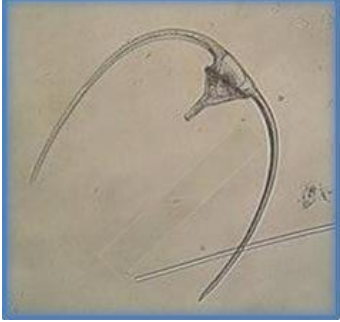

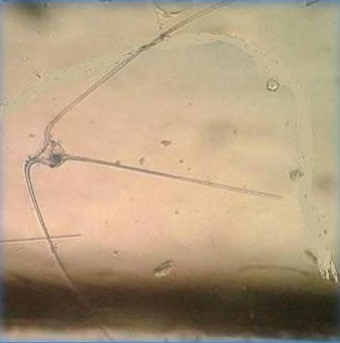
Tabla 10. Dinoflagelados del Género Ceratium encontrados en la Bahía de Santa Elena.




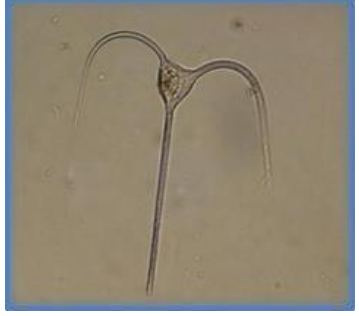
<p><b>Género <i>Ceratium</i></b></p>	<p><b><i>Ceratium azoricum</i> Cleve, 1900</b></p>	 <p>Figura 15. <i>Ceratium azoricum</i> Cleve, 1900</p>
--------------------------------------	--	---


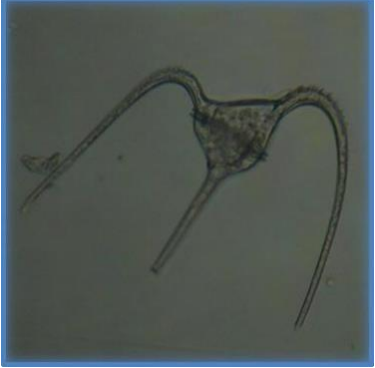

	<p><b><i>Ceratium candelabrum var. Depressum</i></b></p>	 <p>Figura 16. <i>Ceratium candelabrum</i> var. <i>Depressum</i></p>
	<p><b><i>Ceratium declinatum Karsten, 1907</i></b></p>	 <p>Figura 17. <i>Ceratium declinatum</i> Karsten, 1907</p>
	<p><b><i>Ceratium deflexum Kofoid, 1911</i></b></p>	 <p>Figura 18. <i>Ceratium deflexum</i> Kofoid, 1911</p>
	<p><b><i>Ceratium furca var furca (Ehrenberg) Schiller, 1937</i></b></p>	 <p>Figura 19. <i>Ceratium furca</i> var <i>furca</i> (Ehrenberg) Schiller, 1937</p>



	<p><i>Ceratium fusus</i> (Ehrenberg) Dujardin, 1841</p>	 <p>Figura 20. <i>Ceratium fusus</i> (Ehrenberg) Dujardin, 1841</p>
	<p><i>Ceratium hexacanthum</i> Gourret, 1883</p>	 <p>Figura 21. <i>Ceratium hexacanthum</i> Gourret, 1883</p>
	<p><i>Ceratium incisum</i> Karsten, 1911</p>	 <p>Figura 22. <i>Ceratium incisum</i> Karsten, 1911</p>
	<p><i>Ceratium lineatum</i> Cleve, 1899</p>	 <p>Figura 23. <i>Ceratium lineatum</i> Cleve, 1899</p>

	<p><i>Ceratium lúnula</i> Schimper, 1910</p>	 <p>Figura 24. <i>Ceratium lúnula</i> Schimper, 1910</p>
	<p><i>Ceratium macroceros</i> var <i>gallicum</i> (Kofoid) Sournia, 1966</p>	 <p>Figura 25. <i>Ceratium macroceros</i> var <i>gallicum</i> (Kofoid) Sournia, 1966</p>
	<p><i>Ceratium massiliense</i> Gourret, 1911</p>	 <p>Figura 26. <i>Ceratium massiliense</i> Gourret, 1911.</p>

	<p><i>Ceratium</i> <i>pentagonum</i> <i>var. robustum</i> <b>Jorgensen, 1920</b></p>	 <p>Figura 27. <i>Ceratium pentagonum</i> <i>var. robustum</i> Jorgensen, 1920.</p>
	<p><i>Ceratium</i> <i>porrectum</i> <b>Karsten, 1911</b></p>	 <p>Figura 28. <i>Ceratium porrectum</i> Karsten, 1911</p>
	<p><i>Ceratium</i> <i>ranipes</i> Cleve, <b>1900</b></p>	 <p>Figura 29. <i>Ceratium ranipes</i> Cleve, 1900</p>
	<p><i>Ceratium</i> <i>trichoceros</i> (Ehrenberg) <b>Kofoed, 1908</b></p>	 <p>Figura 30. <i>Ceratium trichoceros</i> (Ehrenberg) Kofoed, 1908</p>

	<p><i>Ceratium tripos</i> <i>forma</i> <i>tripodioides</i> (Jørgensen) Paulsen, 1931</p>	 <p>Figura 31. <i>Ceratium tripos</i> forma <i>tripodioides</i> (Jørgensen) Paulsen, 1931</p>
	<p><i>Ceratium Vultur</i> Cleve, 1900</p>	 <p>Figura 32. <i>Ceratium Vultur</i> Cleve, 1900</p>
<p>Tabla 11. Dinoflagelados del género <i>Dinophysis</i> encontrados en la Bahía de Santa Elena</p>		
<p>Género <i>Dinophysis</i></p>	<p><i>Dinophysis</i> <i>caudata</i> Saville- Kent, 1881</p>	 <p>Figura 33. <i>Dinophysis</i> <i>caudata</i> Saville-Kent, 1881</p>


	<p><b><i>Dinophysis operculoides</i></b> Balech, 1967</p>	 <p>Figura 34. <i>Dinophysis operculoides</i> Balech, 1967</p>
--	---	--

Tabla 12. Dinoflagelados del género *Gonyaulax* encontrados en la Bahía de Santa Elena


<p><b>Género <i>Gonyaulax</i></b></p>	<p><b><i>Gonyaulax polygramma</i></b> Stein, 1883</p>	 <p>Figura 35. <i>Gonyaulax polygramma</i> Stein, 1883</p>
---------------------------------------	---	--

Tabla 13. Dinoflagelados del género *Prorocentrum* encontrados en la Bahía de Santa Elena











<p><b>Género <i>Prorocentrum</i></b></p>	<p><b><i>Prorocentrum micans</i></b> Ehrenberg, 1833</p>	 <p>Figura 36. <i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg, 1833</p>
--	--	---

Tabla 14. Dinoflagelados del género *Protoperidinium* encontrados en la Bahía de Santa Elena

<p><b>Género <i>Protoperidinium</i></b></p>	<p><b><i>Protoperidinium brochi</i> Balech, 1974</b></p>	 <p>Figura 37. <i>Protoperidinium brochi</i> Balech, 1974</p>
	<p><b><i>Protoperidinium conicum</i> Balech, 1974</b></p>	 <p>Figura 38. <i>Protoperidinium conicum</i> Balech, 1974</p>
	<p><b><i>Protoperidinium depressum</i> (Bailey) Balech, 1974</b></p>	 <p>Figura 39. <i>Protoperidinium depressum</i> (Bailey) Balech, 1974</p>

	<p><b><i>Protoperidinium elegans</i> (Cleve) Balech, 1974</b></p>	 <p>Figura 40. <i>Protoperidinium elegans</i> (Cleve) Balech, 1974</p>
	<p><b><i>Protoperidinium grande</i> (Kofoid) Balech, 1974</b></p>	 <p>Figura 41. <i>Protoperidinium grande</i> (Kofoid) Balech, 1974</p>
	<p><b><i>Protoperidinium longipes</i> Balech, 1974</b></p>	 <p>Figura 42. <i>Protoperidinium longipes</i> Balech, 1974</p>

	<p><b><i>Protoperidinium obtusum</i></b>  <b>(Karsten) Parke y Dodge, 1976</b></p>	 <p>Figura 43. <i>Protoperidinium obtusum</i> (Karsten) Parke y Dodge, 1976</p>
	<p><b><i>Protoperidinium oceanicum</i></b>  <b>Balech, 1974</b></p>	 <p>Figura 44. <i>Protoperidinium oceanicum</i> Balech, 1974</p>
	<p><b><i>Protoperidinium quarnerense</i></b>  <b>Balech, 1974</b></p>	 <p>Figura 45. <i>Protoperidinium quarnerense</i> Balech, 1974</p>



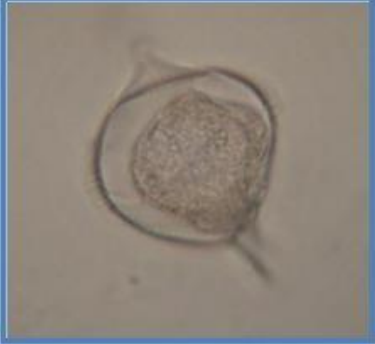

	<p><b><i>Protoperidinium steinii</i> Balech, 1974</b></p>	 <p>Figura 46. <i>Protoperidinium steinii</i> Balech, 1974</p>
<p>Tabla 15. Dinoflagelados del género <i>Pyrophacus</i> encontrados en la Bahía de Santa Elena</p>		
<p><b>Género <i>Pyrophacus</i></b></p>	<p><b><i>Pyrophacus steinii</i> (Schiller) Wall y Dale, 1971</b></p>	 <p>Figura 47. <i>Pyrophacus steinii</i> (Schiller) Wall y Dale, 1971</p>



Figura 48. Red cónica simple 55um. utilizada en la recolección de muestras.



Figura 49. Recolección de muestras de dinoflagelados en la Bahía de Santa Elena. Con la ayuda del tutor docente.



Figura 50. Recopilando información específica de diversos parámetros sobre las estaciones establecidas.



Figura 51. Cubilete de la red cónica, utilizada en los muestreos para la colecta de las especies a analizar.



Figura 52. "Multiparámetro: instrumento de medición que evalúa simultáneamente múltiples parámetros en un sistema o entorno específico, proporcionando una visión integral de las condiciones o características analizadas.".



Figura 53. "Disco Secchi, utilizado para evaluar la transparencia del agua en entornos acuáticos."