



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

**Diversidad y abundancia de fitoplancton en cuatro estaciones
fijas en la zona Suroeste del Golfo de Guayaquil en el período
2002, 2003 y 2005.**

TRABAJO PRÁCTICO

Previo a la obtención del título de:

Biólogo marino

Autor:

Karen Estefanía Altamirano Vera

Tutor:

Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, Ph.D.

La Libertad – Ecuador

2022

TRIBUNAL DE GRADO



Blgo. Richard Duque Marin, Mgt.
DECANO DE LA FACULTAD



Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.
DIRECTOR DE CARRERA



Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, Ph.D:
DOCENTE TUTOR



Blgo. Douglas Vera Izurieta. Msc
DOCENTE DE ÁREA

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por haberme concedido sabiduría y vida para poder culminar una de mis anheladas metas a largo plazo, a mi familia por ser mi pilar fundamental y siempre llenarme de fuerzas para continuar este camino lleno de aprendizajes, a la Universidad y a la Facultad de Ciencias del Mar y a cada uno de los docentes que pusieron de su dedicación y conocimientos para formar profesionales de excelencia y a mis amigos que formaron parte del proceso a quienes siempre les quedaré agradecida. Finalmente terminaré diciendo que *Sin Sacrificios no hay victorias*.

ÍNDICE

RESUMEN.....	i
1. INTRODUCCIÓN.....	ii
1. PROBLEMÁTICA.....	4
2. JUSTIFICACIÓN.....	5
3. OBJETIVOS.....	6
3.1. Objetivo general.....	6
3.2. Objetivos específicos.....	6
4. MARCO TEÓRICO.....	7
4.1. Fitoplancton.....	7
4.1.1. Composición fitoplanctónica.....	7
4.2. Factores ambientales.....	9
4.3. Fenómenos naturales.....	9
4.4. Importancia del fitoplancton como indicadores biológicos.....	10
4.5. Años registrados con presencia de El Niño y La Niña.....	11
5. METODOLOGÍA.....	12
5.1. Obtención de los datos.....	12
5.3. Recolección de muestras de Fitoplancton.....	13
5.4. Parámetros ambientales.....	13
5.5. Análisis de muestras.....	14
5.6. Aplicación de Índices bióticos.....	14
5.6.1. Índice de Shannon-Weaver.....	14
5.6.2. Índice de equidad de Pielou.....	15
5.7. Análisis estadísticos.....	15
6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	17
6.1. Abundancia y composición.....	17
6.2. Índices biológicos.....	20
6.3. Parámetros ambientales.....	20
6.4. Análisis estadísticos.....	22
7. CONCLUSIONES.....	27
8. RECOMENDACIONES.....	28
9. BIBLIOGRAFÍA.....	29
10. ANEXOS.....	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Posición geográfica de las estaciones donde se realizaron las campañas de colecta de información ambiental y biológica alrededor de la Plataforma Amistad en el Golfo de Guayaquil	12
Tabla 2. Distribución espacial de abundancia y diversidad (H) de organismos fitoplanctónicos de acuerdo al tipo de arrastre.....	20
Tabla 3. Presencia de grupos fitoplanctónicos con las especies identificadas presentes durante los 3 años monitoreados en el Golfo de Guayaquil.	33
Tabla 4. Prueba de Kruskal-Wallis de abundancia vs Año.	38
Tabla 5. Prueba de Kruskal-Wallis de diversidad vs Año.	38
Tabla 6. Prueba de Kruskal-Wallis de Temperatura vs Año.....	38
Tabla 7. Prueba de Kruskal-Wallis de oxígeno disuelto vs Año.	39
Tabla 8. Abundancia relativa de grupos fitoplanctónicos durante el periodo de PLEAMAR en arrastre vertical del año 2002.	40
Tabla 9. Abundancia relativa de grupos fitoplanctónicos durante el periodo de PLEAMAR en arrastre horizontal del año 2002.....	40
Tabla 10. Abundancia relativa de grupos fitoplanctónicos durante el periodo de PLEAMAR en arrastre vertical del año 2003.	41
Tabla 11. Abundancia relativa de grupos fitoplanctónicos durante el periodo de PLEAMAR en arrastre Horizontal del año 2003.	41
Tabla 12. Abundancia relativa de grupos fitoplanctónicos durante el periodo de PLEAMAR en arrastre vertical del año 2005.	42
Tabla 13. Abundancia relativa de grupos fitoplanctónicos durante el periodo de PLEAMAR en arrastre horizontal del año 2005.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación geográfica de las estaciones muestreadas en el Golfo de Guayaquil. Fuente: Google Earth Modificado por: Altamirano,2022	13
--	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico # 1: Abundancia fitoplanctónica en arrastre vertical de las 4 estaciones comparada en los 3 años de monitoreo en pleamar. Fuente: Empresa consultora Efficacitas S.A Elaborado por: Altamirano,2022.....	17
Gráfico # 2: Abundancia fitoplanctónica en arrastre horizontal de las 4 estaciones comparada en los 3 años de monitoreo en pleamar. Fuente: Empresa Efficacitas S.A Elaborado por: Altamirano,2022.....	18
Gráfico # 3: Número de especies por grupo fitoplanctónico durante los 3 años	19
Fuente: Empresa Efficacitas S.A Elaborado por: Altamirano,2022.....	19
Gráfico # 4: Parámetros ambientales del año 2002 registradas en 4 estaciones.....	21
Fuente: Empresa Efficacitas S.A Elaborado por: Altamirano,2022.....	21
Gráfico # 5: Parámetros ambientales del año 2003 registradas en 4 estaciones.....	21
Fuente: Empresa Efficacitas S.A Elaborado por: Altamirano,2022.....	21
Gráfico # 6: Parámetros ambientales del año 2005 registradas en 4 estaciones.....	22
Fuente: Empresa Efficacitas S.A Elaborado por: Altamirano,2022.....	22
Gráfico # 7: Diagrama MSD de la estructura comunitaria de fitoplancton en el Golfo de Guayaquil durante 2002-2005.	23
Fuente: Empresa Efficacitas S.A Elaborado por: Altamirano,2022.....	23
Gráfico # 8: Gráfico de ACC año 2002 (A), 2003 (B), 2005 (C) con variables ambientales y abundancia fitoplanctónica, OC (Ochromydas), CY (Cyanophytas), MZ (Mizozoa), BA (Bacillariophytas).....	24
Fuente: Empresa Efficacitas S.A Elaborado por: Altamirano,2022.....	24
Gráfico # 9: Número de especies por familias fitoplanctónicas identificadas en los tres años 2002,2003 y 2005.....	37
Fuente: Empresa Efficacitas S.A Elaborado por: Altamirano,2022.....	37

Diversidad y abundancia de fitoplancton en cuatro estaciones fijas en la zona Suroeste del Golfo de Guayaquil en el período 2002, 2003 y 2005.

Autor: Karen Estefanía Altamirano Vera
Tutor: Ph. D. M. Herminia Cornejo Rodríguez

RESUMEN

Los ecosistemas costeros son de vital importancia por ser una de las áreas más ricas a nivel mundial en producción primaria, donde la tasa de variación del fitoplancton, como su distribución espacial en estas zonas se ve regulada por diversos factores ambientales tanto bióticos como abióticos. Siendo así que este grupo ha sido utilizado como un indicador biológico de las alteraciones del medio marino estrechamente vinculadas a las variaciones físicas, químicas y/o biológicas; por lo que es necesario conocer que especies fitoplanctónicas pueden ser claves para la detección temprana de eventos como El Niño o La Niña. En el presente estudio se analizó la diversidad y abundancia del fitoplancton colectado en los años 2002, 2003 y 2005, en cuatro estaciones fijas en la zona suroeste del Golfo de Guayaquil, donde se analiza la sensibilidad del fitoplancton ante los cambios de variables ambientales mediante la aplicación de índices biológicos, análisis de correspondencia canónica y escala multidimensional. Se determinó que el grupo Ochrophyta fue el de mayor abundancia fitoplanctónica durante los 3 años, seguido del grupo Mizozoa. Los valores de diversidad oscilaron entre 2,11 a 1,24 bits registrándose en el año 2002 una mayor diversidad y el año 2003 la menor. La temperatura y oxígeno disuelto presentaron una relación inversamente proporcional siendo así que en las estaciones con mayor abundancia fitoplanctónica presentaron temperaturas más bajas y concentraciones de oxígeno más altas. En los años 2002 y 2003 se registraron especies indicadoras de eventos cálidos como; *Ceratium massiliense*, *Planktoniella sol* y *Rhizosolenia bergonii*.

Palabras claves: Fitoplancton, Temperatura, Diversidad, Abundancia.

1. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas marinos costeros son de gran importancia, por ser considerados los más ricos en cuanto a la producción primaria, base de la red trófica que da paso al flujo de energía en estos ambientes acuáticos. Su presencia tiene un impacto significativo en el crecimiento, la capacidad reproductora y las características de las poblaciones de organismos superiores en el medio marino (Burguera, 2013; Garcia, 2015).

La variación de la tasa de producción del fitoplancton, así como también su distribución espacial en las zonas costeras es regulada por diversos factores como la temperatura, radiación solar disponible, oxígeno disuelto, pH, concentración de nutrientes, además del consumo por depredadores herbívoros (Burguera, op.cit; Peraza, 2017). Por tal razón, el fitoplancton es utilizado como indicador biológico en zonas costeras o estuarinas, vinculados a las variaciones físicas, químicas y/o biológicas, que en conjunto desencadenan cambios en el resto de las comunidades que dependen de este grupo (Moreira et al., 2007).

Es importante considerar que los ecosistemas acuáticos presentan formas fitoplanctónicas donde su variedad, abundancia y distribución le son propias, ya que esto depende de su adaptación a las características abióticas y bióticas del sistema dentro de la columna de agua, mencionadas con anterioridad, que provocan que su distribución vertical y horizontal no sea homogénea (Gama et al., 2010; Peraza, op.cit.).

El Golfo de Guayaquil, es el principal estuario Tropical del Pacífico Sudeste que abarca una región costera y oceánica dividida en dos grandes sectores, al este y oeste de la isla Puná, con dos sistemas estuarinos de rasgos geológicos y fisiográficos característicos. Además, presenta una variabilidad oceanográfica que es regulada por las dos fluctuaciones estacionales de época seca y húmeda, cuya importancia es tanto ecológica como económica (Torres et al., 2015; Vera, 2009). El Golfo, en particular es una zona reconocida por su alta productividad debido a la interacción de masas de agua costeras ricas en nutrientes (provenientes tanto de las zonas continentales, como de las surgencias), que ejercen efectos positivos en las comunidades de fitoplancton y zooplancton. No

obstante, las áreas costeras del Pacífico Sudeste son altamente vulnerables a efectos interanuales de El Niño, Oscilación del Sur (ENOS) y como otras áreas a impactos del cambio climático, los mismos que tienen una fuerte y decisiva influencia en la dinámica costera. El evento El Niño que se desarrolla en el océano Pacífico Ecuatorial central, se manifiesta principalmente con un aumento en la temperatura superficial del mar, proceso asociado con el hundimiento de la termoclina y la reducción de la surgencia costera (Andrade et al., 2014; Maturana et al., 2004). Estas anomalías causan fuertes precipitaciones y cambios notables en el clima y tienen un alto efecto en las pesquerías. Cabe mencionar que, una de las características del evento de El Niño, en el fitoplancton es la disminución poblacional de las diatomeas y el aumento significativo de los dinoflagelados (Rojas & Ortiz, 2007; Torres et al., 2015).

1. PROBLEMÁTICA

La productividad de los ecosistemas marinos en especial la producción primaria están íntimamente relacionados con los parámetros físicos, químicos y biológicos del medio (Coello & Prado, 1999), donde el fitoplancton presente en la zona eufótica juega un papel preponderante por ser fuente de alimento para un sin número de organismos como: zooplancton, larvas de peces, entre otros.

Siendo importante determinar que especies de fitoplancton pueden ser utilizadas como indicadores biológicos ante cualquier cambio físico químico del medio, tomando en consideración los eventos ENOS (Garcia, 2015). Aproximadamente el 90% del fitoplancton está representado por diatomeas y dinoflagelados, sin embargo, existe un vacío en cuanto a que especies fitoplanctónicas pueden ser consideradas como indicadores ambientales ante un evento El Niño Oscilación del Sur (ENOS) (CCCP, 2002).

Una de las características del evento El Niño (eventos cálidos) es la disminución poblacional del grupo de las diatomeas y un significativo aumento poblacional de los dinoflagelados dado que estos organismos tienen un estricto requerimiento de salinidad, temperatura y oxígeno; los cambios en la comunidad microalgal ante las variables ambientales constituyen una importante aproximación a futuras predicciones sobre un advenimiento de los eventos ENOS (CCCP, op. cit.; Medina, 1998; Rojas & Ortiz, 2007).

Uno de los problemas que se presentan, es que existen eventos el Niño no registrados por considerarse leves o tener rangos más amplios de temperatura en la región 3 en comparación con la región 3.4 donde existen escasos estudios de los años que han registrados eventos ENOS leves y de las posibles especies bioindicadoras de estos eventos en el Golfo de Guayaquil además de identificar cuáles son los grupos fitoplanctónicos más abundantes, así como, su relación con las variables ambientales, sobre todo cuando estas últimas podrían ser las causantes ante un efecto “bottom up”, el mismo que no solo afectaría a sus consumidores directos, sino que también, desencadenaría en la red trófica un desbalance.

2. JUSTIFICACIÓN

El 70% de la producción primaria en la superficie de la tierra la domina el fitoplancton marino, donde desempeña varias funciones en los ecosistemas. Sin embargo, su principal función es la canalización de la energía y materia en la cadena alimenticia, además, pueden servir como indicadores biológicos de las condiciones de los océanos (Righetti et al., 2019). La diversidad de especies de fitoplancton en aguas abiertas es un tema importante e intrigante para los ecologistas, ya que la temperatura ejerce un control clave sobre las tasas metabólicas de estos organismos, por lo tanto, promueve la especiación y una mayor riqueza de especies en áreas tropicales cálidas a lo largo del tiempo.

Los fenómenos océano-atmosféricos como el calentamiento global, la acidificación, el evento El Niño (como se describió anteriormente), entre otros; son los principales factores moldeadores de cambios en las condiciones ambientales de los ecosistemas y como consecuencia en las poblaciones que en ellos se desarrollan, tal es el caso del fitoplancton, que al ubicarse en el nivel inferior de la red trófica marina, es el primer grupo en responder a estas variaciones ambientales (Behrenfeld et al., 2006), a través de alteraciones en su distribución, diversidad y en su riqueza de especies en la columna de agua.

En base a lo anterior, este trabajo se centra en el Golfo de Guayaquil, por ser una zona que se caracteriza por su alta productividad dada por la interacción de masas de aguas ricas en nutrientes donde las comunidades fitoplanctónicas pueden verse afectadas por cualquier desbalance de las variantes ambientales físico-químicas que pueden ocurrir como durante los efectos interanuales de El Niño. Por tal razón, se vuelve esencial conocer la composición y abundancia fitoplanctónica tanto en períodos normales y anómalos ya que estos dependen de las condiciones físico-químicas de los cuerpos de agua donde se desarrollen, sumado a ello, lograr identificar especies bioindicadoras de eventos tanto cálidos como fríos.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Analizar la diversidad y abundancia del fitoplancton mediante análisis bioestadísticos para relacionarlos con las variables ambientales como temperatura y oxígeno disuelto en cuatro estaciones fijas en la zona Suroeste del Golfo de Guayaquil, en el período 2002, 2003 y 2005.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar la abundancia y diversidad del fitoplancton aplicando análisis cuantitativos e índices biológicos.
- Examinar las variables temperatura y oxígeno disuelto analizando si mantienen una relación directa o inversamente proporcional.
- Correlacionar temperatura y oxígeno disuelto con la abundancia fitoplanctónica determinando la relación entre las variables ambientales con la abundancia registrada en las cuatro estaciones fijas.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Fitoplancton

Los organismos de vida acuática que forman parte del plancton y se desempeñan como productores primarios se denominan Fitoplancton; grupo de organismos autótrofos que viven dispersos sin estar fijos a ningún lugar y que se han adaptado a la suspensión de aguas abiertas, sistemas lénticos, en los ríos y en la zona pelágica donde consiguen su alimento mediante la captación de energía solar durante el proceso de la fotosíntesis. La distribución de este grupo está restringida en la columna de agua a la zona fótica, ya que no pueden encontrarse en zonas profundas por depender de la energía solar, elemento que es indispensable para su supervivencia.

El fitoplancton es el grupo responsable de que se produzca entre el 50% y el 85% del oxígeno que se libera en el aire. Del mismo modo, estos organismos autótrofos son capaces de generar materia orgánica a partir de sustancias inorgánicas y constituyen el primer eslabón de la cadena trófica, por lo que son fuentes directas de alimentación para muchos bivalvos, crustáceos y peces de importancia económica (Moreira et al.,2007).

4.1.1. Composición fitoplanctónica

La composición fitoplanctónica es muy diversa por lo que se encuentra representada por organismos procariontas como las cianobacterias y organismos eucariotas como diatomeas, dinoflagelados y algas verdes, donde estos 3 últimos grupos pueden contar aproximadamente con el 40 %, 40% y 16% de las especies presentes en el fitoplancton marino (Hernández, 2014).

El primer grupo de los organismos eucariotas corresponde a las diatomeas, algas unicelulares microscópicas, autótrofas fotosintéticas y que llegan a contribuir aproximadamente a la mitad de la biomasa fitoplanctónica en los océanos. Estos organismos se distribuyen en casi todos los ambientes acuáticos, de los cuales

puede haber aquellos solitarios y otros que también pueden vivir en colonias formando cadenas, que pueden llegar a medir hasta 200 micras.

Cabe indicar que se han descrito alrededor de 12,000 especies de diatomeas, aunque en su mayoría se han reportado como fósiles, que se han mantenido a través del tiempo por su composición de silicatos. Estos fitoplancteres pueden ser clasificados de acuerdo a su forma y simetría en céntricas y penadas (Lora et al., 2020).

Otro grupo importante lo constituyen las cianobacterias, mejor conocidas como algas verdes azuladas, las mismas que presentan una amplia distribución geográfica, habitando en todo tipo de ambiente, siendo una de sus características más sobresalientes la ausencia de membrana nuclear por lo que el núcleo con los cloroplastos se encuentra dispersos dentro del citoplasma. Presentan formas muy variadas y pueden estar agregados en colonias, o estar solitarios, gran parte de este grupo puede segregar una cubierta mucilaginosa (Muciño et al., 2015).

Por otro lado, los dinoflagelados son un grupo de microalgas que se caracterizan por tener una gran diversidad morfológica, pueden formar colonias o pseudocolonias o estar solitarias. Existen alrededor de 2000 especies conocidas de dinoflagelados; después del grupo de las diatomeas, este es uno de los más diversos y abundantes. Los organismos de este grupo son capaces de realizar simbiosis con otros organismos un ejemplo de estos es el género *Symbiodinium* que son indispensables para la formación y funcionamiento de los arrecifes de coral. Los dinoflagelados también pueden producir toxinas peligrosas para animales y humanos (Gómez et al., 2011).

Otro grupo importante es el de las algas verdes o Chlorophyta, las cuales se caracterizan por presentar clorofila a y b, pigmentos responsables de presentar una coloración verde. Estas microalgas almacenan sustancias de reserva como almidón y pueden encontrarse tanto especies unicelulares como pluricelulares, viven en hábitats dulces y marinos (Acleto & Zúñiga, 1998).

Es importante mencionar otra categoría del fitoplancton marino referidas a su talla y que aportan diferentes niveles de biomasa y productividad al ambiente. Entre ellos están el microplancton (> a 20µm), nanoplancton (entre 2 a 20 µm) y picoplancton

(< de 2 μ), mediante estudios se ha descubierto que existe mayor diversidad en los organismos de talla pequeñas como el picoplancton (< de 2 μ) (Hernández, 2014).

4.2. Factores ambientales

En los ecosistemas acuáticos los factores ambientales son determinantes en la composición fitoplanctónica, el aumento de carga de nutrientes favorece el desarrollo de determinados grupos fitoplanctónicos que en el sistema acuático da paso al proceso de eutrofización que, a su vez, causa la disminución de la transparencia de la columna de agua, cambios abruptos de concentración de oxígeno disuelto, aumento de la biomasa de fitoplancton dando origen a eventos conocidos como floraciones algales. Además, el crecimiento, abundancia y distribución del fitoplancton se relaciona con variables físicas como corrientes marinas, pH, temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y variables químicas como la disponibilidad de nutrientes, fosfato, sílice, nitrito, las que influyen en variables biológicas la reproducción y crecimiento de ellas (Universidad Lusofona, 2005).

Entre estas variables, la temperatura es una de las que desempeña un rol fundamental, dado que regula las características de los ecosistemas, afectando a otros factores abióticos como el estado físico de los nutrientes, el pH, entre otras variables. Cabe indicar que la temperatura, tiene además un efecto determinante con el desarrollo del fitoplancton ya que esta actúa directamente sobre los organismos regulando procesos enzimáticos, fotosíntesis y reproducción, en general afectando la distribución y composición del fitoplancton en los ecosistemas.

4.3. Fenómenos naturales

En el océano Pacífico Ecuatorial se producen dos oscilaciones una de alta frecuencia (El Niño) y otra de baja frecuencia (La Niña). La primera se caracteriza por presentar las anomalías térmicas mayores del 0,5 °C, una profundización de la termoclina mayores de 50 a 100m de profundidad, adicionalmente, se produce un incremento del nivel medio del mar, la cesación de vientos alisios del sur y el descenso latitudinal de la zona de convergencia Inter-Tropical (ZCIT), por debajo

de la línea ecuatorial, donde existe un alto contenido de calor con temperaturas > a 27°C, con baja salinidad (32 ups), y una baja concentración de los nutrientes inorgánicos; este fenómeno adicional ocasiona el incremento de lluvias excesivas y tiene impactos negativos en la economía de las comunidades adyacentes a zonas costeras (Omarza, 2016).

Por otro lado, La Niña, se caracteriza por presentar una intensificación de los vientos alisios del Sur-Este, lo que ocasiona el transporte neto de aguas sub-superficiales hacia el Oeste, incrementando la surgencia de las masas de agua de Cromwell y Humboldt en las costas del Perú y Ecuador, donde existen anomalías térmicas de < -2°C, lo que da paso al incremento de nutrientes y a la producción primaria, fenómeno que ocasiona pocas lluvias y sequía (Omarza, op. cit.). Estos fenómenos han registrado su máxima expresión y tiempo de períodos de 9 a 12 meses en el caso del evento de El Niño y un período de hasta 2 años en el caso de La Niña.

4.4. Importancia del fitoplancton como indicadores biológicos

El fitoplancton juega un papel importante en los estudios de los fenómenos naturales, ya que, en función de las fluctuaciones de sus actividades biológicas, algunos de los grupos de fitoplancton pueden ser indicadores de los cambios en las condiciones tanto físicas como químicas del agua, durante eventos cálidos y fríos, mencionados anteriormente. Estos organismos fotosintéticos son estrictos en requerimientos de temperatura y salinidad. Una de las características de la presencia de un evento de El Niño Oscilación del Sur (ENOS), es que disminuyen las poblaciones de diatomeas y se produce un aumento del grupo de los dinoflagelados (Rojas & Ortiz, 2007).

En el caso de Ecuador, por ejemplo, en diciembre del año 1972 existió una amplia distribución de especies de dinoflagelados con máximos de abundancia relacionados con altas temperaturas, donde se registró en el Golfo de Guayaquil la presencia de especies como *Ceratium Tripos* subsp. *semipulchellum*, *Ceratium Trichoceros*, *Goniodoma Polyedrium*, especies consideradas como típicas de aguas cálidas (Pesantes, 1983). Asimismo, en un estudio realizado en Colombia en

el 2009 indican que el *Ceratium massiliense*, *G. instriatum*, *Ceratocorys sp* y *P. balticum* y la diatomea *Aulacodiscus sp* son consideradas especies exclusivas de eventos ENOS (Vargas et al., 2014). Sin embargo, la presencia o ausencia de especies pueden variar como sucede en el Pacífico colombiano donde la diatomea *S. costatum* es considerada una especie bioindicadora de los eventos ENOS cuando su densidad disminuye, pero en las costas peruanas aumenta (Vargas et al., op. cit.).

4.5. Años registrados con presencia de El Niño y La Niña

Montealegre (2007) señala que entre 1957 y 2007 los episodios con temperaturas superficiales del mar más altas registradas se presentaron durante los años 1957-1958, 1972-1973, 1982-1983, 1998, mientras que durante las temperaturas bajas se registraron en los años 1974, 1976, y 1989 existiendo períodos prolongados entre 1973-1976 y 1998-2000. Sin embargo, en los años 1963-1964, 1977-1978, 1993, 1994-1995, 2002-2003 y 2006-2007 se registraron leves cambios en la temperatura superficial del mar, pero no fueron considerados propiamente como ENOS, puesto que, los rangos de variabilidad normal de la TSM en la región de El Niño 3, fueron más amplios que el de la región Niño 3+4, como lo que ocurrió en el caso de La Niña con los períodos 1995-1996, 2000-2001 que a pesar de registrarse valores inferiores a la media estos no fueron catalogados como eventos de La Niña.

Por tal razón, es importante mantener estudios constantes en el tiempo donde se registren los cambios de variables ambientales tanto físicas como químicas y a su vez se realice el estudio de la abundancia y diversidad de fitoplancton presentes en los diferentes puntos de estudio para conocer cómo se relacionan y si se presentan microalgas bioindicadores de estos cambios ambientales.

5. METODOLOGÍA

Los datos que fueron analizados en el presente trabajo fueron obtenidos por la empresa Efficacitas Consultora Cía. Ltda., quienes autorizan hacer uso de esta información para su respectivo análisis.

5.1. Obtención de los datos

Los datos fueron obtenidos de sus diversas campañas de monitoreo realizadas en el campo Hidrocarburífero Amistad en el Golfo de Guayaquil durante los años 2002, 2003 y 2005.

5.2. Área de estudio

El proceso de la recolección de muestras por parte de los investigadores de la empresa mencionada se llevó a cabo durante varios cruceros de investigación, en 4 estaciones biológicas denominadas como 2FN, 3M, 4M, 5M, en un ciclo de marea y dos tipos de colecta alrededor de la plataforma mencionada.

A continuación, se detalla la ubicación geográfica de las estaciones de muestreadas en la Tabla 1, Figura 1.

Tabla 1.- Posición geográfica de las estaciones donde se realizaron las campañas de colecta de información ambiental y biológica alrededor de la Plataforma Amistad en el Golfo de Guayaquil

ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD
2FN	03° 16' 10,28" S	80° 28' 07,47" W
3M	03° 15' 57,27" S	80° 28' 20,44" W
4M	03° 16' 10,29" S	80° 28' 33,39" W
5M	03° 16' 23,31" S	80° 28' 20,43" W

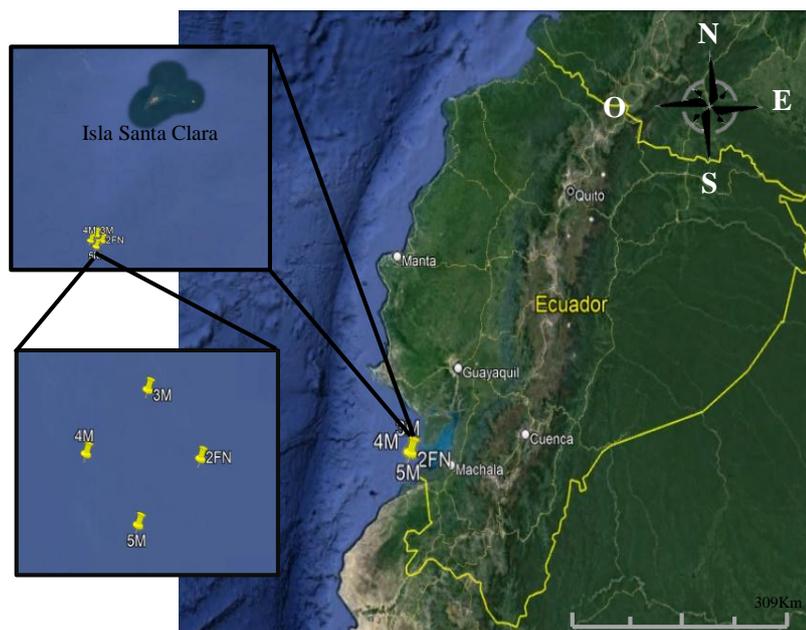


Figura 1: Ubicación geográfica de las estaciones muestreadas en el Golfo de Guayaquil.

Fuente: Google Earth **Modificado por:** Altamirano,2022

5.3. Recolección de muestras de Fitoplancton

Las muestras colectadas mediante arrastres verticales en la columna de agua de 0 hasta 30-35 metros de profundidad en cada estación, y arrastres horizontales superficiales, de 5 minutos de duración ambos arrastres se realizaron a una velocidad de 2 nudos. Para los arrastres se utilizó una red cónica de 60 μm de poro de malla y 30 cm de diámetro de boca de la red, posteriormente, las muestras fueron preservadas con formalina al 4% (V/V), neutralizada con tetraborato de sodio hasta llegar a un pH entre 7.5 y 8.0.

5.4. Parámetros ambientales

Para el registro de la temperatura y oxígeno disuelto se utilizó un equipo multiparámetro (YSI).

5.5. Análisis de muestras

El análisis cuantitativo se llevó a cabo mediante la técnica de goteo propuesta por Semina (1978), obteniéndose el número de cel.cm⁻³; luego estimaron la cantidad de agua filtrada por la red en cel.cm⁻³ empleando la siguiente formula:

$$N=[(DV/SV)TN]/Q$$

Donde:

N= Número de individuos

DV= Volumen total diluido en ml

SV= Volumen total alícuota

TN= Número total de plancton en la alícuota

Q= Agua filtrada por la red.

$$Q= A.d.coef.$$

Donde:

A = Área de la boca de la red

d = Distancia recorrida en metros

Coef = Coeficiente = 1

5.6. Aplicación de Índices bióticos

Se procedió aplicar los siguientes índices biológicos.

5.6.1. Índice de Shannon-Weaver

Permite medir la biodiversidad específica (Marrugan, 1988), su fórmula es;

$$H = - \sum_{i=1}^s pi. \log_2(pi)$$

Dónde:

S= Número de especies

Pi= Abundancia relativa

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Dónde:

N_i= número de individuos en el sistema de la especie determinada i

N= número total de individuos

5.6.2. Índice de equidad de Pielou

Relaciona la proporción de diversidad observada en cada estación con relación a la máxima diversidad esperada, su valor va de 0 a 1 (Marrugan, 1988), se calcula con la siguiente fórmula:

$$J = \frac{H'}{H'_{\text{máx}}}$$

Dónde:

J= Índice de equidad de Pielou

H'= Índice de diversidad de Shannon-Weaver

H' máx.= log₂ (S)

S= Número de especies

5.7. Análisis estadísticos

Para comparar las medianas de las variables ambientales, diversidad y la abundancia fitoplanctónica, considerando la no normalidad de los datos, se aplicó un análisis de varianza no paramétrico Kruskal-Wallis tomando p<0.05 como valor significativo, este análisis se lo aplicó mediante el paquete estadístico Minitab.19 y se expresó mediante Boyer et al. (1997), quienes aplicaron un análisis de

componentes principales (PCA) para extraer variables compuestas (componentes principales) de los datos originales.

En cuanto a la correlación de las variables ambientales con la diversidad y abundancia fitoplanctónica se realizó un análisis de correspondencia canónica, para evaluar la intensidad de asociación entre las variables una correlación simple no paramétrica (Spearman) (Evans, 1996). Además, se llevó a cabo un análisis de escalamiento multidimensional el cual facilita determinar las relaciones de las cuatro estaciones y la distribución de los grupos fitoplanctónicos, mediante el software estadístico R y Canoco.

Finalmente, se realizó una comparación con estudios actualizados acerca del fitoplancton y su relación con variables ambientales para analizar si se han producido o no cambios en la composición del fitoplancton a lo largo de este tiempo.

6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1. Abundancia y composición

Las concentraciones celulares en el arrastre vertical, es decir, en la columna de agua, indican que en el año 2002 existió mayor abundancia fitoplanctónica destacándose que en la estación 3M, localizada hacia el norte se registró mayor abundancia de microalgas con una densidad de 15000000 cel.m⁻³, seguido del año 2005 donde en la estación 5M, localizada hacia la zona sur, presentó una densidad de 3879198 cel.m⁻³ en comparación con las otras estaciones. En el año 2003 la densidad fitoplanctónica fue inferior a las anteriores, registrándose una concentración celular de 632511 cel.m⁻³ en la estación 5M siendo esta la más representativa de las estaciones analizadas (Gráfico #1).

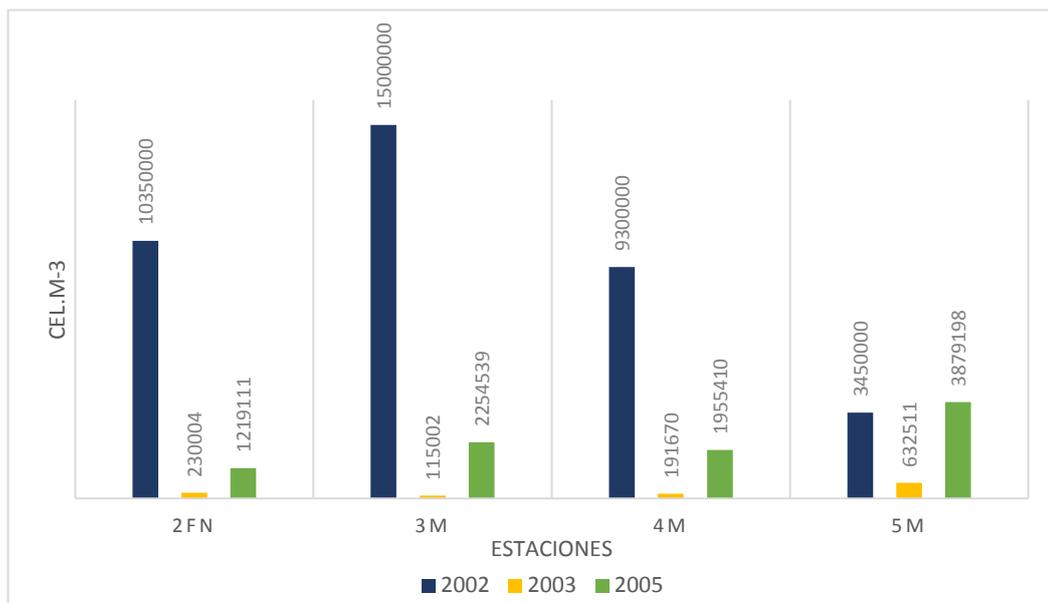


Gráfico # 1: Abundancia fitoplanctónica en arrastre vertical de las 4 estaciones comparada en los 3 años de monitoreo en pleamar. **Fuente:** Empresa consultora Efficacitas S.A **Elaborado por:** Altamirano,2022.

En cuanto al arrastre horizontal el año con mayor abundancia fitoplanctónica fue el año 2005 donde la estación 5M registró las concentraciones celulares más altas de 13502800 cel.m⁻³ en comparación con las otras estaciones; en cuanto al año con más baja densidad fitoplanctónica correspondió al año 2003 en la estación 3M (hacia al norte), registrando una concentración celular de 26790 cel.m⁻³ (Gráfico

#2). Es decir, que existieron diferencias significativas en la densidad fitoplanctónica entre los años estudiados (Kruskal-Wallis, $KW=13.14$; $p=0.001$) (Anexo: Tabla 4).

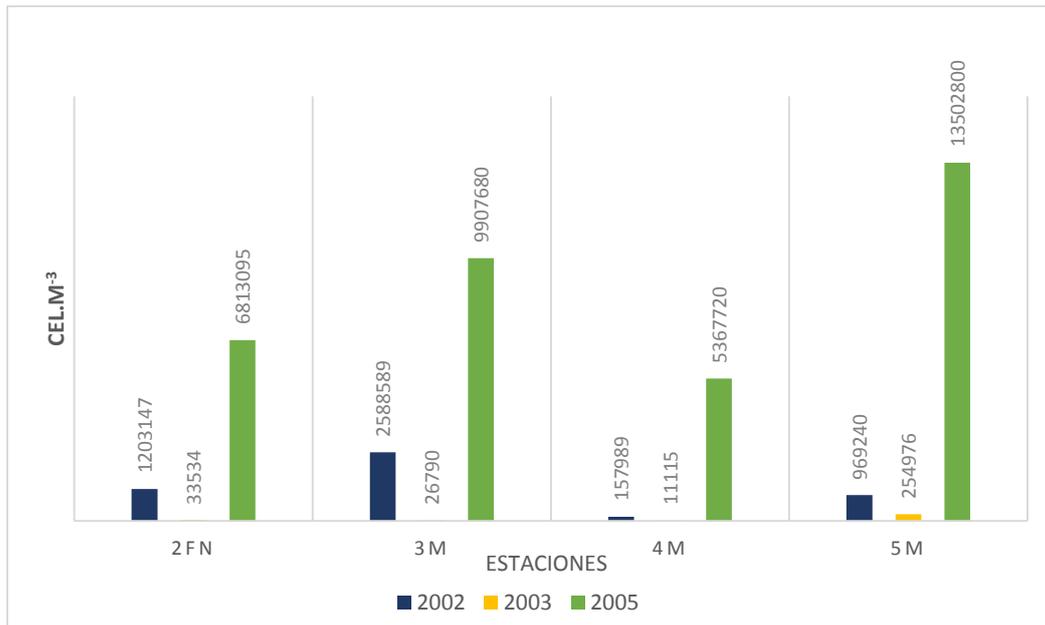


Gráfico # 2: Abundancia fitoplanctónica en arrastre horizontal de las 4 estaciones comparada en los 3 años de monitoreo en pleamar. **Fuente:** Empresa Efficacitas S.A **Elaborado por:** Altamirano,2022.

Se registraron cualitativamente 74 especies fitoplanctónicas en el año 2002 pertenecientes al grupo de las Cyanophyta con 2 familias y 3 especies; Mizozoa con 5 familias y 15 especies; Ochrophyta con 14 familia y 56 especies. En el año 2003 se registraron 55 especies fitoplanctónicas del grupo Mizozoa con 8 familias y 16 especies; Ochrophytas con 10 familia y 39 especies y en el año 2005 se registraron 47 especies fitoplanctónicas del grupo Chlorophyta con 1 familia y 1 especie; Cyanophyta con 4 familias y 4 especies; Mizozoa con 5 familias y 12 especies; Ochrophyta con 9 familias y 30 especies (Gráfico # 3). (Anexo: Gráfico # 9).

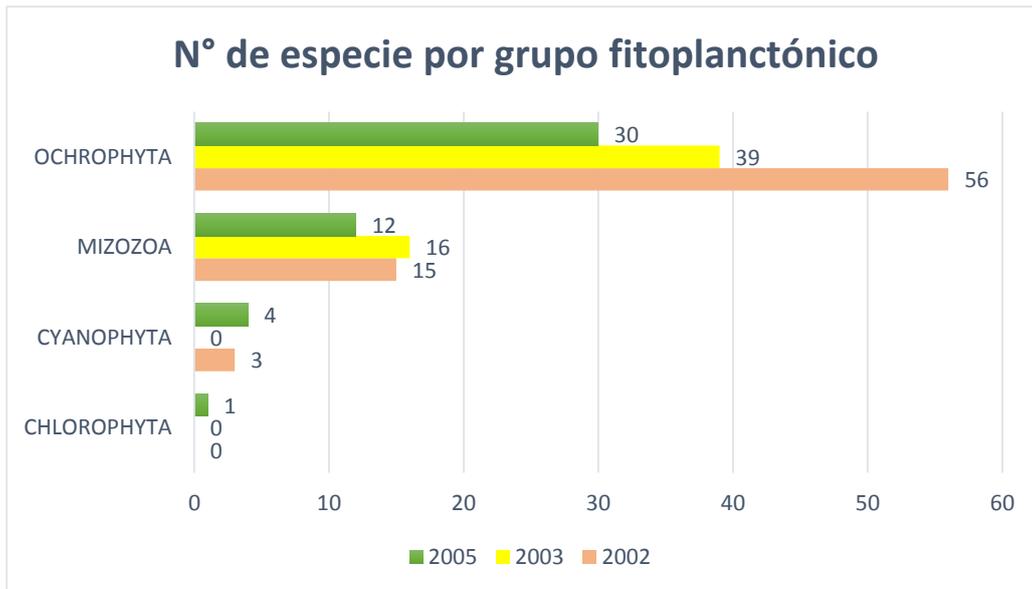


Gráfico # 3: Número de especies por grupo fitoplanctónico durante los 3 años
Fuente: Empresa Efficacitas S.A **Elaborado por:** Altamirano,2022.

En el grupo de las Chlorophytas estuvo presente el género *Chlorella*, en el grupo de las Cyanophytas estuvieron presentes los siguientes géneros; *Oscillatoria*, *Chroococcus*, *Hydrocoleum*, *Synechococcus*, *Phormidium* y *Anabaena*, en el grupo Mizozoa se registró los siguientes géneros; *Ceratium*, *Dinophysis*, *Goniodoma*, *Gonyaulax*, *Prorocentrum*, *Protopteridinium*, *Pyrophacus*, *Ornithocercus*, *Phalacroma*, *Diplopsalis*, *Pyrocystis*, *Podolampas*, en el grupo de las Ochrophytas se registraron los géneros; *Actinocyclus*, *Bacteriastrum*, *Chaetoceros*, *Coscinodiscus*, *Dytilum*, *Eucampia*, *Gyrosigma*, *Guinardia*, *Leptocilyndricus*, *Licmophora*, *Planktoniella*, *Dictyocha*, *Hemidiscus*, *Lithodesmium*, *Navicula*, *Pseudonitzschia*, *Odontella*, *Pleurosigma*, *Rhizosolenia*, *Roperia*, *Schroderella*, *Stephanopyxis*, *Thalassionema*, *Thalassiotrix*, *Thalassiosira*, *Hemiaulus*, *Proboscia*, *Pseudosolenia*, *Skeletonema*, *Lioloma*, *Dactyliosolen*, *Asterionellopsis*, *Nitzschia*, *Cylindrotheca*, y *Helicotheca* (Anexo: Tabla 3), cabe mencionar que en el grupo Mizozoa, se registró la presencia de 18 especies del género *Ceratium* durante los 3 años monitoreados, sin embargo, solo en el año 2002 y 2003 se registró la presencia de la especie *Ceratium massiliense* donde Castillo et al. (1992) mencionan que es una especie indicadora de aguas cálidas (24°- 28°C).

6.2. Índices biológicos

A través del análisis de Shannon-Weaver se registró que, entre las 4 estaciones analizadas, durante pleamar en arrastre vertical como en el horizontal entre los tres años de estudio, existió mayor diversidad fitoplanctónica en el año 2002 en el arrastre vertical en la estación 2FN (hacia el este, interior del Golfo de Guayaquil), con un índice de 2,11 bits en comparación con las otras estaciones y presentó menor diversidad en el año 2003 en la estación 3M (hacia el norte, exterior del golfo) con un índice de 1,24 bits. En cuanto al arrastre horizontal en el año 2005 presentó mayor diversidad con un índice de 2 bits en la estación 5M (hacia el sur) y menor diversidad en el año 2002 en la estación 3M con un índice de 1,21 bits. Sin embargo, la diversidad de especies es considerada baja por encontrarse a un valor inferior o igual 2 bits (Tabla 2), concluyéndose a través de la prueba de kruskal-Wallis que si existieron diferencias significativas en la diversidad con los años monitoreados (KW=16.14; p=0.000) (Anexo: Tabla 5).

Tabla 2. Distribución espacial de abundancia y diversidad (H) de organismos fitoplanctónicos de acuerdo al tipo de arrastre.

Tipo de Marea	Tipo de arrastre	Estación	2002		2003		2005	
			Nº Cel.m ⁻³	H	Nº Cel.m ⁻³	H	Nº Cel.m ⁻³	H
Pleamar	Vertical	2FN	10350000	2,11	230004	1,79	1219111	1,31
		3M	15000000	1,79	115002	1,24	2254539	1,34
		4M	9300000	1,55	191670	1,42	1955410	1,99
		5M	3450000	1,99	632511	1,74	3879198	1,43
	Horizontal	2FN	1203147	1,69	33534	1,53	6813095	1,59
		3M	2588589	1,21	26790	1,75	9907680	1,76
		4M	157989	1,69	11115	1,79	5367720	1,58
		5M	969240	1,7	254976	1,36	13502800	2,00

6.3. Parámetros ambientales

Se observó que para el año 2002, en la estación 4M se registró la menor temperatura (25,9°C) y mayor nivel de oxígeno disuelto (8,1 mg/L) a diferencia de la estación 2FN que registro la temperatura más alta de 26,3°C y un nivel de oxígeno disuelto menor de 6,4 mg/L, de igual forma, en el año 2003 donde la estación 3M presentó una temperatura de 25,8°C registrándose como la más alta dentro de las 4 estaciones y el oxígeno disuelto de 8,3 mg/L. En el año 2005 en la

estación 5M se registró una temperatura de 25°C siendo la más baja y en oxígeno disuelto de 9 mg/L siendo el más alto, de tal forma, que en las gráficas 5, 6 y 7 se observa que a mayor temperatura menor oxígeno disuelto teniendo una relación inversamente proporcional. El grupo Mizozoa donde se encuentra la familia Ceratiaceae en el año 2002 registró la presencia de 8 especies del género *Ceratium*, perteneciendo al grupo de los dinoflagelados que tienden a ser más abundantes durante eventos cálidos de El Niño. Vera (2014) señala que el aumento de la temperatura del mar crea condiciones propicias para el desarrollo de cualquiera de las especies de dinoflagelados.

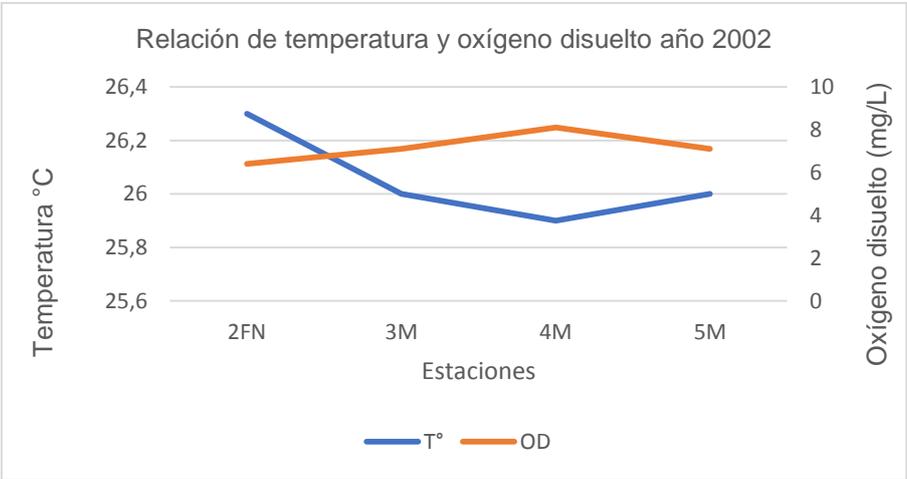


Gráfico # 4: Parámetros ambientales del año 2002 registradas en 4 estaciones.
Fuente: Empresa Efficacitas S.A **Elaborado por:** Altamirano,2022.

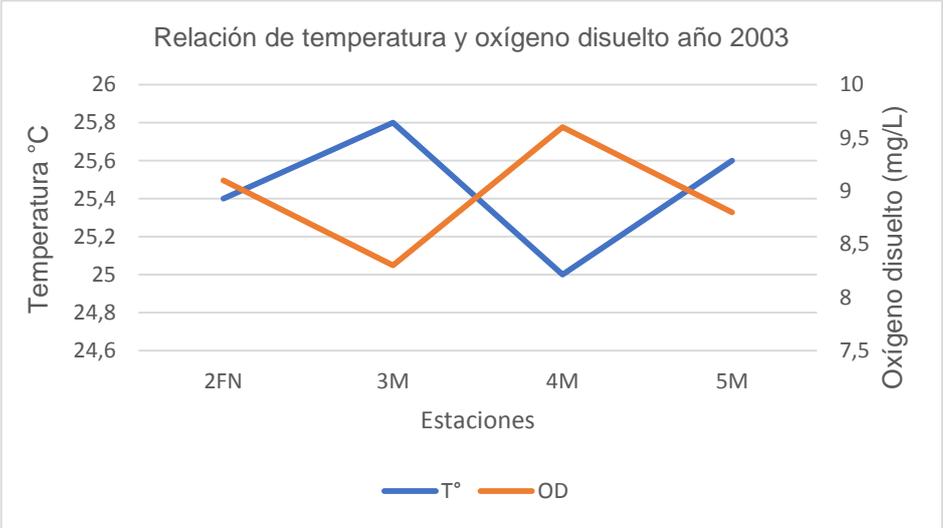


Gráfico # 5: Parámetros ambientales del año 2003 registradas en 4 estaciones.
Fuente: Empresa Efficacitas S.A **Elaborado por:** Altamirano,2022.

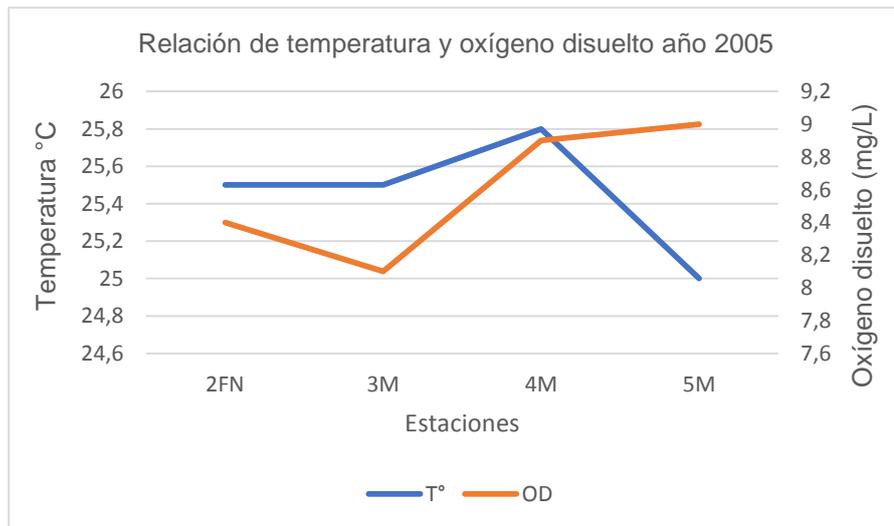


Gráfico # 6: Parámetros ambientales del año 2005 registradas en 4 estaciones.
Fuente: Empresa Efficacitas S.A **Elaborado por:** Altamirano,2022.

6.4. Análisis estadísticos

En base al análisis de ANOSIM de una vía se observan diferencias significativas entre los años de estudio siendo ($R= 0.659$; $P= 0.001$).

Donde en el análisis de escala multidimensional se puede evidenciar como en el año 2002 en el arrastre horizontal y en el 2005 en arrastre vertical existió una fuerte similitud en los grupos fitoplanctónicos de las 4 estaciones monitoreadas, mientras que, en el año 2003 tanto en el arrastre vertical y horizontal existió similitud de los grupos fitoplanctónicos en las 4 estaciones monitoreadas (ver Gráfico 7), lo que indica que las condiciones ambientales en las 4 estaciones durante los 2 tipos de arrastres fueron similares donde el stress (0,03) indica de manera general que las abundancias fitoplanctónicas determinan la formación de un conglomerado bastante homogéneo.

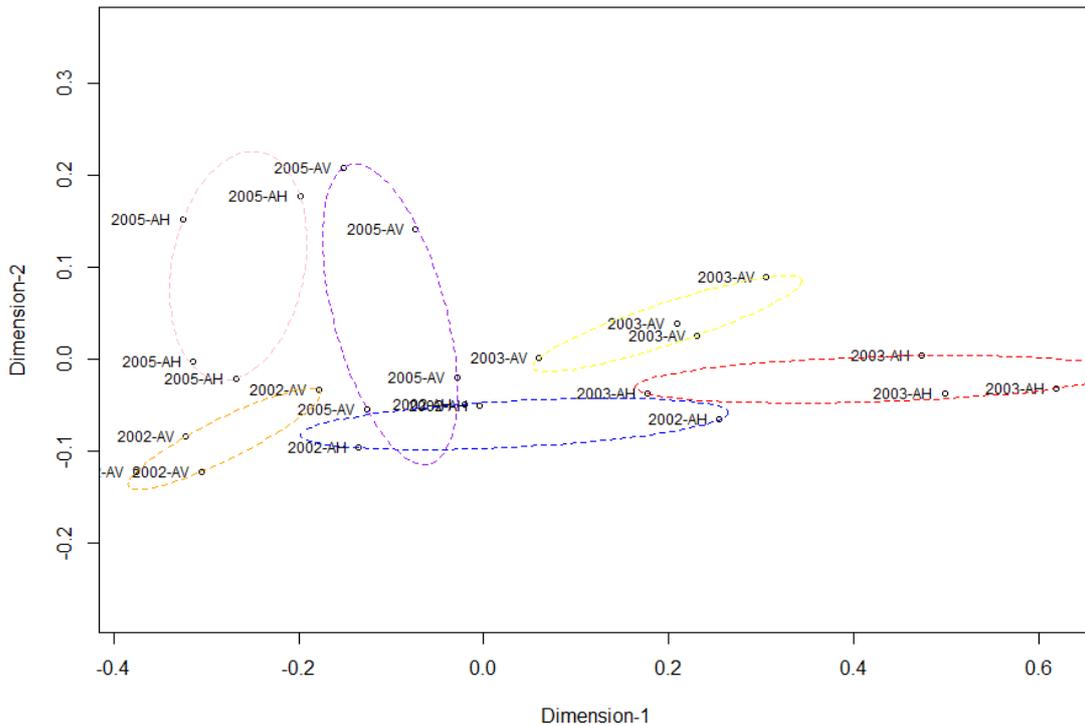


Gráfico # 7: Diagrama MSD de la estructura comunitaria de fitoplancton en el Golfo de Guayaquil durante 2002-2005.

Fuente: Empresa Efficacitas S.A **Elaborado por:** Altamirano,2022.

En cuanto a los resultados del análisis de correspondencia canónica para el año 2005, se registraron correlaciones positivas (0,114 y 0,072) en los ejes canónicos 1 y 2, donde se puede observar que los grupos fitoplanctónicos como Mizozoa, Cyanophyta, Ochrophytas y Bacillariophytas mostraron una correlación positiva con las variables ambientales de temperatura y oxígeno disuelto en comparación con el grupo Chlorophytas (Gráfico 8 - C). En el año 2003 se registró una correlación inversa con la temperatura y la abundancia de los grupos fitoplanctónicos y una correlación positiva con el oxígeno disuelto, además, las variables ambientales muestran poca relación con la abundancia de las estaciones 4M y 3M (Gráfico 8 - B). En cuanto al 2002 se registró correlación positiva con la temperatura y la abundancia de los grupos fitoplanctónicos y una correlación inversa con el oxígeno disuelto donde se puede observar la relación de los grupos fitoplanctónicos con las variables ambientales (Gráfico 8 - A).

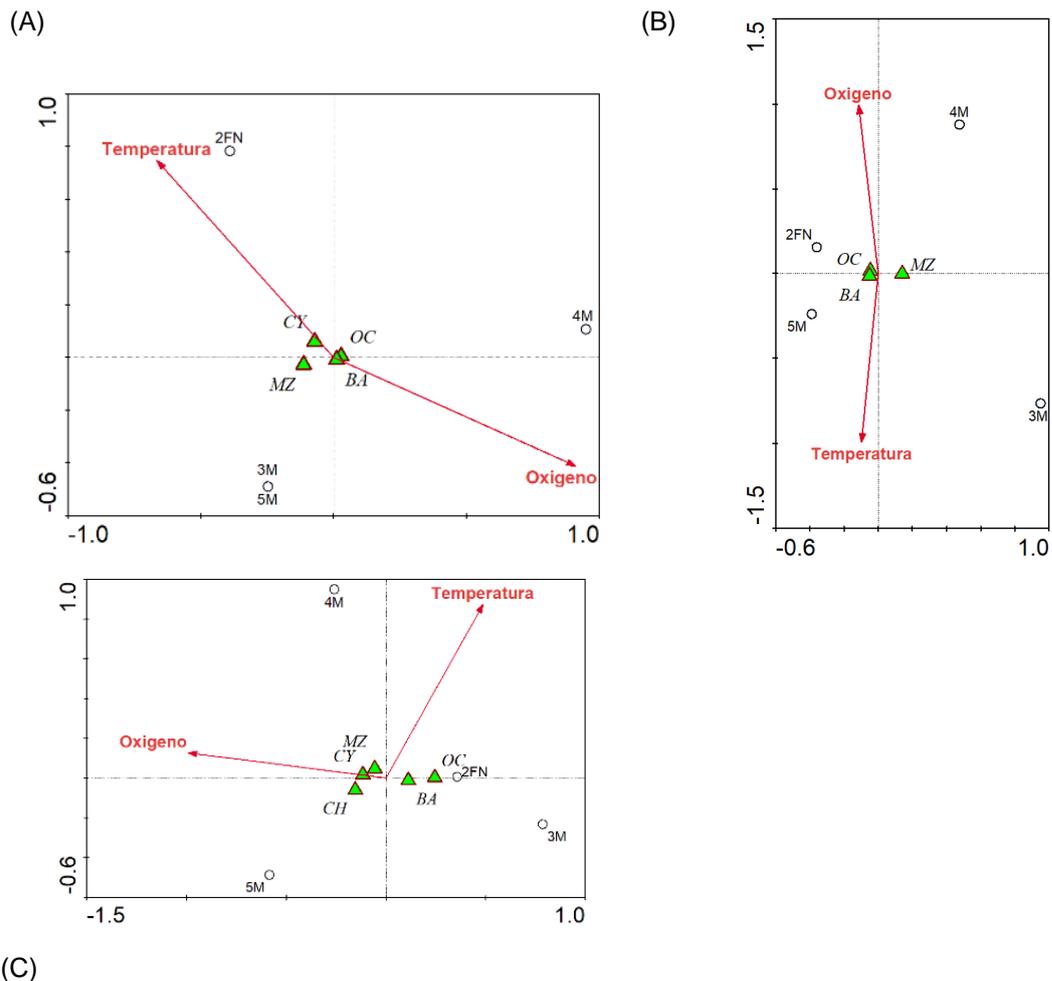


Gráfico # 8: Gráfico de ACC año 2002 (A), 2003 (B), 2005 (C) con variables ambientales y abundancia fitoplanctónica, OC (Ochrophytas), CY (Cyanophytas), MZ (Mizozoa), BA (Bacillariophytas).

Fuente: Empresa Efficacitas S.A **Elaborado por:** Altamirano,2022.

Mediante los resultados obtenidos se determinó la abundancia fitoplanctónica donde el grupo de las Ochrophytas durante los 3 años monitoreados siempre fue el más abundante seguido del grupo Mizozoa. Los valores de diversidad oscilaron entre de 1,21 a 2,11 bits, donde los valores inferiores o iguales a 2,0 bits son considerados como zonas de baja biodiversidad y los valores mayores a 5,0 bits son considerados como indicadores de alta biodiversidad (Shannon & Weaver, 1964), siendo que en el arrastre vertical se observó el valor más alto perteneciente al año 2002 en la estación 2FN de 2,11 bits con una temperatura de 26,3°C y el oxígeno disuelto de 6,4 (mg/L), mientras que, el de menor diversidad fue el año

2003 con un índice de diversidad de 1,24 bits en la estación 3M con una temperatura registrada de 25,8°C y oxígeno disuelto de 8,3 (mg/L), estos valores muestran como las variables ambientales en este caso la temperatura y oxígeno disuelto afectan en la diversidad de especies fitoplanctónicas.

Por otra parte, en cuanto a las variables ambientales la temperatura y oxígeno disuelto presentaron una relación inversamente proporcional, ya que a mayor temperatura menor oxígeno disuelto en el agua y se relaciona con la abundancia del fitoplancton; durante los 3 años monitoreados en las estaciones con mayor cantidad cel.m⁻³ presentaban temperaturas de 26°C y 25°C y concentraciones de oxígeno 7,1 y 9 (mg/L), se registró una gran variedad de especies fitoplanctónicas del género *Ceratium* en las 4 estaciones durante los 3 años monitoreados, donde en un trabajo realizado por Castillo et al. (1992) quienes mencionan que este género es un indicador de influencia de aguas oceánicas cálidas con la presencia de las especies *Ceratium masiliense* var *massiliense* y *Ceratium deflexum*, sin embargo, hay otras especies como *Ceratium trichoceros*, *Ceratium vultur* var *japonicum* que son propias de aguas cálidas, otras especies indicadoras de aguas cálidas son *Rhizosolenia bergonii* y *Planktoniella sol*, diatomeas típicamente oceánicas que llegan a estar presentes en las costas sudamericanas durante los eventos El Niño (Beltran, 2019) indicando que el primer grupo más abundante fueron las diatomeas con la familia Chaetocerotaceae registrada en el año 2002.

En el año 2002 y 2003 se registró en el grupo Mizozoa en la familia Ceratiaceae en el género *Ceratium* la presencia de la especie *Ceratium massiliense* y en el grupo Ochrophyta en la familia Thalassiosiraceae en el género *Planktoniella* la especie *Planktoniella sol*, también se registró la presencia de la especie *Rhizosolenia bergonii* de la familia Rhizosoleniaceae, la temperatura así mismo en el año 2002 fue más caliente que en los dos años monitoreados variando de 0,5 a 1°C.

En registros de la NOAA para el 2009, se hace referencia al desarrollo de un evento de El Niño entre el 2002 y 2003 leve; sin embargo, Montealegre (2007), no los registran como tales ya que mencionan que el rango de variabilidad normal de la TSM en la región Niño 3 es mucho más amplio que el de la región 3-4 por lo que comunidad científica y los centros de investigación no coinciden en la determinación de la época de comienzo y finalización del evento, siendo así que, existen eventos

de El Niño no registrados. De igual manera, en un trabajo realizado por Beltrán (2019), este investigador indica que si existieron anomalías en la temperatura superficial del mar entre el 1993 hasta el 2015 que se basan en los promedios anuales mensuales desde 1980-2010 en la región El Niño 3-4, donde se reflejaron eventos El Niño (+0,5°C) en los años 2002-2003, 2006, 2009 y 2015 como lo indica la NOAA.

Por tal razón, realizar trabajos investigativos sobre la variabilidad del fitoplancton y la relación con parámetros ambientales permite estar atentos ante cual anomalía oceanográfica, porque los cambios graduales de temperatura no solo afectan en la ausencia o presencia de grupos fitoplanctónicos sino que también podrían influenciar indirectamente en la reducción de tamaño del fitoplancton ya que la disponibilidad de nutrientes están influenciados directamente por los cambios de temperatura (López & Morán, 2015; Sommer et al., 2017) y como consecuencia se estarían afectando otros niveles tróficos superiores. Por otra parte, en un trabajo realizado Torres et al. (2015), mantuvieron un seguimiento de 3 años de las variables oceanográficas y distribución del fitoplancton donde se registró 166 especies de fitoplancton correspondiendo a diatomeas céntricas en menor densidad diatomeas pennadas y escasos dinoflagelados evidenciando que en el último trimestre del 2015 las aguas estaban más cálidas relacionándose con un evento El Niño, donde la presencia de fitoplancton y la abundancia de diatomeas indicó una buena sostenibilidad alimentaria en el golfo de Guayaquil, determinando que las condiciones térmicas del El Niño fueron débiles para repercutir en los productores primarios.

7. CONCLUSIONES

La temperatura y oxígeno disuelto registrados en los 3 años estudiados fueron inversamente proporcionales, registrándose para el 2002 un aumento significativo de temperatura (+0,05°C) donde se observó la presencia de dinoflagelados considerados como indicadores claves de eventos cálidos como El Niño.

En el año 2005 existió una correlación fuerte y positiva para todos los grupos fitoplanctónicos con la temperatura y oxígeno disuelto a diferencia del año 2002 y 2003 que tuvieron una correlación inversa con la temperatura y una correlación positiva con el oxígeno disuelto.

Se determinaron posibles especies bioindicadoras de un evento El Niño como: *Ceratium massiliense*, *Planktoniella sol*, *Rhizosolenia bergonii* que llegan a estar presentes cuando las aguas son más cálidas.

8. RECOMENDACIONES

Realizar este tipo de monitoreos en las comunidades del fitoplancton permiten entender las variaciones anuales que darán paso a detectar con tiempo posibles fenómenos del Niño o la Niña o a su vez detectar otro tipo de problemas como la eutrofización por presencia de nutrientes en abundancia, esto con el fin de tomar medidas de respuestas rápidas para mitigar daños o a su vez evitarlos.

Importante considerar otras variables ambientales como pH, salinidad y nutrientes por las posibles influencias que estas tengan sobre la abundancia existente del fitoplancton.

Se sugiere extender estas investigaciones a lo largo de la costa ecuatoriana y en mejor medida establecer investigaciones en conjunto con otras instituciones con la finalidad de unir esfuerzos y reducir costos.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Acleto, C., Zuñiga, R. (1998). Introducción a las algas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú pp(71-75).
- Andrade, H., Gutiérrez, S., & Andrade, H. (2014). Estado del Medio Ambiente Marino y Costero del Pacífico Sudeste. In *Comisión permanente del Pacífico Sur CPPS* (pp. 22–30). Serie Estudios Regionales No.4.
- Behrenfeld, M. J., O'Malley, R. T., Siegel, D. A., McClain, C. R., Sarmiento, J. L., Feldman, G. C., Milligan, A. J., Falkowski, P. G., Letelier, R. M., & Boss, E. S. (2006). Climate-driven trends in contemporary ocean productivity. *Nature*, *444*(7120), 752–755. <https://doi.org/10.1038/nature05317>. Revisado el 31 de julio del 2020.
- Beltrán, M., (2019). Respuestas del fitoplancton a los efectos del calentamiento global observadas sobre el Océano Pacífico Sudeste. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, B. C. S., México pp. x, (pp. 65-80).
- Boyer, J. N., Fourqurean, J. W., & Jones, R. D. (1997). Spatial Characterization of Water Quality in Florida Bay and Whitewater Bay by Multivariate Analyses: Zones of Similar Influence. *Estuaries*, *20*(4), 743–758. seagrasses
- Burguera, E. (2013). *Abundancia del fitoplancton de la zona de surf de playas arenosas: influencia de factores fisicoquímicos y biológicos*. Universidad Politécnica de Valencia (pp. 2-4).
- Castillo, F., & Vizcaino, Z. (1992). Principales organismos fitoplanctónicos como indicadores biológicos del fenómeno El Niño en el pacífico colombiano. Extraído el 08 de agosto del 2021. Obtenido de :http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/CD_nino/pdf/spa/doc9234/doc9234-contenido.pdf
- CCCP. (2002). Compilación Oceanográfica de la Cuenca Pacífica Colombiana. In *Centro Control Contaminación del Pacífico, CCCP* (pp. 53–65). Imágenes de la Naturaleza.

- Coello, D., & Prado, M. (1999). Variabilidad del fitoplancton y microzooplancton frente a la costa ecuatoriana durante 1995-1999. *Instituto Nacional de Pesca*, 72–108.
- Evans, J. D. (1996). *Straightforward statistics for the behavioral sciences*. Thomson Brooks/Cole Publishing Co (pp. 56-60).
- Gama, J., Pavón, E., Ramírez, T., & Angeles, O. (2010). *Análisis de calidad de agua. Relación entre factores bióticos y abióticos*. (FES Iztaca, pp. 31–45). Universidad Nacional Autónoma de México.
- García, E. (2015). *Parámetros abióticos y su relación con la abundancia del fitoplancton frente a Puerto López–Ecuador (2011-2012)*. Universidad de Guayaquil (pp. 11-35).
- Gómez, F., Moreira, D., & Lopez, P.(2011). Avances en el estudio de los dinoflagelados (Dinophyceae) con la filogenia molecular. *Hidrobiológica* 21(3). pp 343-364.
- Hernández, D. (2014). Biodiversidad de algas planctónicas marinas (Cyanobacteria, Prasinophyceae, Euglenophyta, Chrysophyceae, Dictyochophyceae, Eustigmatophyceae, Parmophyceae, Raphidophyceae, Bacillariophyta, Cryptophyta, Haptophyta, Dinoflagellata) en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, (pp 44-53).
- Lora, M., Lopez, F., & Perez, C.(2020). Algas de cristal; Diatomeas. Universidad Autónoma de Baja California Sur. *Recursos Naturales y Sociedad* 6(1). pp 25-42.
- López, Á. & Morán, X. (2015). Temperature affects the size-structure of phytoplankton communities in the ocean. *Limnology and Oceanography* 60: 733–738.
- Magurran, E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton university press (pp. 354-0).
- Maturana, J., Bello, M., & Manley, M. (2004). Antecedentes históricos y descripción del fenómeno El Niño, Oscilación del Sur. *Cona, Chile, Valparaíso*, 13–27.

- Medina, L. (1998). Cambios en la composición y abundancia de la comunidad microalgal del Pacífico Colombiano, en relación con el evento “el niño” 97 — 98. *Centro Control Contaminación Del Pacífico*, 58–66.
- Montealegre, J. (2007). Modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia. Extraído el 02 de Agosto del 2021. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/440517/Modelo+Institucional+El+Ni%C3%B1o++La+Ni%C3%B1a.pdf/232c8740-c6ee-4a73-a8f7-17e49c5edda0>
- Moreira, A., Seisdedo, M., Leal, S., Comas, A., Delgado, G., Regadera, R., Alonso, C., Muñoz, A., & Abatte, M. (2007). Composición y abundancia del fitoplancton de la Bahía de Cienfuegos, Cuba. *Rev. Investigación Marina*, 28(2), pp 97–109.
- Muciño, R., Figueroa, M., & Aguirre, A. (2015). Cianofitas de los sistemas fluvio-lagunares pom-atasta y palizada del este, adyacentes a la laguna de términos, campeche, México. *Polibotanica* 5(39). pp 49-78
- Ormaza, F. (2016). Eventos oceanográficos de alta y baja frecuencia en el Océano Pacífico Ecuatorial Este. Evaluación de su seguimiento y predicción. *Revista internacional de investigacion y Docencia*. (Online): 2445-1711
- Peraza, R. (2017). Diversidad y abundancia de fitoplancton del embalse Abreus (Cienfuegos, Cuba). Universidad de La Habana.
- Pesantes, F. (1983). Los Dinoflagelados como indicadores de El Niño en el mar ecuatoriano. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. 2 (1), pp. 85 -117.
- Righetti, D., Vogt, M., Gruber, N., Psomas, A., & Zimmermann, N. E. (2019). Global pattern of phytoplankton diversity driven by temperature and environmental variability. *Science Advances*, 5(5), pp. 1–10. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aau6253>. Revisado el 31 de julio del 2020.
- Rojas, P., & Ortiz, J. (2007). Comportamiento del fitoplancton durante el evento ENOS en el océano Pacífico Colombiano. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*. 6(1692–9918), pp. 5–15.

- Sommer, U., Peter, S., Genitsaris, F & Moustaka, M. (2017). Do marine phytoplankton follow Bergmann ' s rule sensu lato ? *Biological Reviews* 92: 1011–1026.
- Stevenson, M. (1981). Variaciones estacionales en el Golfo de Guayaquil, un estuario tropical. *Boletín científico y técnico* (INP), 4(1), pp. 5-28.
- Torres, G., Recalde, S., Narea, R., Renteria, W., & Troccoli, L. (2015). Variabilidad espacio-temporal del fitoplancton y variables oceanográficas en El Golfo de Guayaquil durante el 2013-15. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 20(40), pp. 70–79.
- Universidad Lusofona. (2005). *Classificacao dos Ambientes Marinhos*. Extraído el 06 de julio del 2021. Obtenido de http://oficinaexperimental.wikispaces.com/file/view/classificacao_ambientes_marinhos.pdf.
- Vargas, E., Abarca, B., & Artavia, B. (2014). Efectos de El Niño y La Niña sobre el comportamiento del microfitoplancton marino y las variables fisicoquímicas durante el 2008 a 2010 en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Journal of Marine and Coastal Sciences*, 6, 115-133.
- Vera, T. (2009). *Manejo ambiental integrado de la acuicultura del camarón en el golfo de Guayaquil apoyado en sistemas de información geográfica*. Escuela Superior Politécnica del Litoral (pp. 61-72).
- Vera, E. (2014). Incidencia de nutrientes y la TSM en proliferación de Dinoflagelados en dos sectores marino-costeros de la Provincia de Santa Elena (Master's thesis) (pp. 75-77).

10. ANEXOS

Tabla 3. Presencia de grupos fitoplanctónicos con las especies identificadas presentes durante los 3 años monitoreados en el Golfo de Guayaquil.

Grupo	Taxa	2002	2003	2005
	CHLOROPHYTA			
	Chlorellaceae			
	<i>Chlorella sp</i>			X
Grupos	CYANOPHYTA			
	Oscillatoriaceae			
Especies	<i>Oscillatoria amphibia</i>			
	<i>Oscillatoria subbrevis</i>	x		
	<i>Oscillatoria tenuis</i>	x		
	<i>Phormidium mucicola</i>			X
	Chroococcaceae			
	<i>Chroococcus dispersus</i>			X
	Microcoleaceae			
	<i>Hydrocoleum heterotrichum</i>			X
	Synechococcaceae			
	<i>Synechococcus elongatus</i>			X
	Nostocaceae			
<i>Anabaena sp.</i>	x			
Grupo	MIZOZOA			
Especies	Ceratiaceae			
	<i>Ceratium assymmetricum</i>			
	<i>Ceratium azoricum</i>			
	<i>Ceratium breve</i>		X	
	<i>Ceratium declinatum</i>			
	<i>Ceratium falcatum</i>			
	<i>Ceratium hexacanthum</i>		X	
	<i>Ceratium horridum</i>	x		
	<i>Ceratium intermedium</i>		X	
	<i>Ceratium macroceros</i>	x	X	
	<i>Ceratium trichoceros</i>		X	
	<i>Ceratium tripos var. poncticum</i>	x		
	<i>Ceratium tripos var. tripoides</i>	x		
	<i>Ceratium vultur var sumatranum</i>			
	<i>Ceratium candelabrum</i>			X
	<i>Ceratium candelabrum var. depressum</i>		X	
	<i>Ceratium deflexum</i>	x		

	<i>Ceratium gibberum</i> var. <i>subaequale</i> Jorgensen		X	X
	<i>Ceratium falciforme</i> Jorgensen			X
	<i>Ceratium fusus</i>	x		
	<i>Ceratium furca</i> var. <i>berghii</i>	x	X	X
	<i>Ceratium furca</i> var. <i>furca</i>	x		X
	<i>Ceratium porrectum</i>	x		X
	<i>Ceratium massiliense</i>	x	X	
	<i>Ceratium tripos</i> subesp. <i>semipulchellum</i>			X
	Dinophysaceae			
	<i>Dinophysis caudata</i>	x	X	X
	<i>Dinophysis operculoides</i>			X
	<i>Dinophysis rapa</i>			
	Thoracosphaeraceae			
	<i>Goniodoma polyedricum</i>			
	Gonyaulacaceae			
	<i>Gonyaulax fragilis</i>			
	<i>Gonyaulax digitale</i>			X
	Protopteridiniaceae			
	<i>Protopteridinium brochi</i>	x		X
	<i>Protopteridinium divergens</i>			X
	<i>Protopteridinium longipes</i>		X	
	<i>Protopteridinium elegans</i>	x		
	Pyrophacaceae			
	<i>Pyrophacus steinii</i> Schiller			X
	Dinophysaceae			
	<i>Ornithocercus quadratus</i>		X	
	Oxyphysaceae			
	<i>Phalacroma doryphorum</i>		X	
	Protopteridiniaceae			
	<i>Diplopsalis asymmetrica</i>	x	X	
	<i>Diplopsalis minor</i>		X	
	Pyrophacaceae			
	<i>Pyrophacus horologium</i>		X	
	Pyrocystaceae			
	<i>Pyrocystis lunula</i>	x		
	Podolampadaceae			
	<i>Podolampas bipes</i>			
Grupo	OCHROPHYTA			
	Dictyochaceae			
Especies	<i>Dictyocha fibula</i>	x	X	
Especies	Hemidiscaceae			
	<i>Actinocyclus octonarius</i> Ehrenberg			X
	<i>Actinoptychus senarius</i>	x		
	<i>Roperia tessellata</i> Husstedt & Simonse			X

	Fragilariaceae			
	<i>Asterionellopsis glacialis</i>			
	Chaetocerotaceae			
	<i>Bacteriastrum hyalinum</i> Lauder			X
	<i>Bacteriastrum elongatum</i> Cleve			X
	<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	x	X	X
	<i>Chaetoceros affinis</i> var <i>circinalis</i> Lauder			X
	<i>Chaetoceros coarctatus</i> Lauder	x		X
	<i>Chaetoceros convolutus</i> Castracane			X
	<i>Chaetoceros costatus</i> Pavillard	x		X
	<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve	x	X	X
	<i>Chaetoceros didymus</i> var <i>protuberans</i>	x		X
	<i>Chaetoceros didymus</i>	x		X
	<i>Chaetoceros pendulus</i>			
	<i>Chaetoceros fragilis</i> in Chu & Kuo			X
	<i>Chaetoceros peruvianus</i> Brightwell		X	X
	<i>Chaetoceros socialis</i> Lauder			X
	<i>Chaetoceros similis</i>	x		
	<i>Chaetoceros messanensis</i>	x		
	<i>Chaetoceros difficilis</i> Cleve	x		
	<i>Chaetoceros debilis</i>			
	<i>Chaetoceros danicus</i>	x		
	<i>Chaetoceros concavicornis</i>	x		
	<i>Chaetoceros peruvianus</i> Brightwell			
	<i>Chaetoceros compressus</i>	x		
	<i>Chaetoceros holsaticus</i>			
	<i>Chaetoceros tortissimus</i> Gran	x		
	<i>Chaetoceros lacinosus</i> Schütt	x	X	
	<i>Chaetoceros wigham</i> Brightw	x		
	<i>Chaetoceros lauderi</i> Ralfs	x		
	<i>Chaetoceros teres</i> Cleve	x	X	
	<i>Chaetoceros perpusicus</i>			
	<i>Chaetoceros decipiens</i>	x	X	
	<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	x	X	
	<i>Bacteriastrum furcatum</i>	x	X	
	Bacillariaceae			
	<i>Nitzschia closterium</i> Hassall			X
	<i>Nitzschia longissima</i>			
	<i>Nitzschia</i> sp.		X	
	<i>Nitzschia pacifica</i>	x		
	<i>Pseudonitzschia seriata</i>	x	X	
	<i>Pseudonitzschia pungens</i> Hasle	x	X	X
	<i>Cylindrotheca closterium</i>	x		
	Triceratiaceae			

<i>Odontella sinensis</i> Husstedt	x		X
<i>Odontella aurita</i>	x		
Pleurosigmataceae			
<i>Pleurosigma angulatum</i>	x		
<i>Pleurosigma elongatum</i>	x		
<i>Pleurosigma delicatulum</i>	x		
<i>Pleurosigma attenuatum</i>			
Rhizosoleniaceae			
<i>Rhizosolenia alata</i> var <i>curvirostris</i> Brightw			X
<i>Rhizosolenia alata</i> var <i>operculoides</i>			X
<i>Rhizosolenia calcaravis</i>			
<i>Rhizosolenia delicatula</i> Cleve			X
<i>Rhizosolenia imbricata</i> var <i>Shrubsolei</i>		X	X
<i>Rhizosolenia robusta</i> Norman in Pritchard	x	X	X
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightw	x	X	
<i>Rhizosolenia bergonii</i>	x	X	
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	x		
<i>Rhizosolenia setigera</i>	x		
<i>Rhizosolenia acuminata</i>		X	
<i>Rhizosolenia castracanei</i>	x		
<i>Rhizosolenia hebetata</i>			
<i>Guinardia striata</i>	x	X	
<i>Guinardia flaccida</i>	x	X	
<i>Guinardia delicatula</i>	x		
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström	x	X	
<i>Dactyliosolen antarcticus</i>			
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>		X	
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	x	X	
Melosiraceae			
<i>Schroederella delicatula</i> (H.Peragallo) Pavillard		X	X
Skeletonemaceae			
<i>Skeletonema costatum</i> (20/fil) (Greville) Grunow	x		X
<i>Skeletonema tropicum</i> (30/fil) in Hasle & Syvertsen			X
Stephanopyxidaceae			
<i>Stephanopyxis palmeriana</i> (Greville) Grunow		X	X
<i>Stephanopyxis turris</i> (Grevill & Arnott) Rafls	x	X	X
Thalassionemataceae			
<i>Thalassionema nitzschioides</i> Grunow	x	X	X
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	x	X	
<i>Thalassiotrix longuissima</i> Cleve & Grunow			X
<i>Lioloma pacificum</i>		X	
Thalassiosiraceae			
<i>Thalassiosira subtilis</i>			
<i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve	x	X	

<i>Planktoniella sol</i>	x		
Coscinodiscaceae			
<i>Coscinodiscus marginatus</i>	x	X	
<i>Coscinodiscus centralis</i>			
<i>Coscinodiscus lineatus</i>			
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	x	X	
<i>Coscinodiscus nitidus</i>	x	X	
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i>		X	
<i>Coscinodiscus excentricus</i>		X	
<i>Coscinodiscus perforatus var cellulosa</i>		X	
<i>Coscinodiscus stellaris</i>		X	
Hemiaulaceae			
<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow	x	X	
<i>Hemiaulus membranaceus</i> Cleve	x	X	
<i>Hemiaulus sinensis</i> Greville	x		
<i>Hemidiscus ovalis</i>			
<i>Hemidiscus cuneiformis</i>			
<i>Eucampia groenlandica</i>		X	
<i>Eucampia comuta</i>	x		
Naviculaceae			
<i>Navicula transitans var. derasa</i>			
Lithodesmiaceae			
<i>Helicotheca tamesis</i>	x		

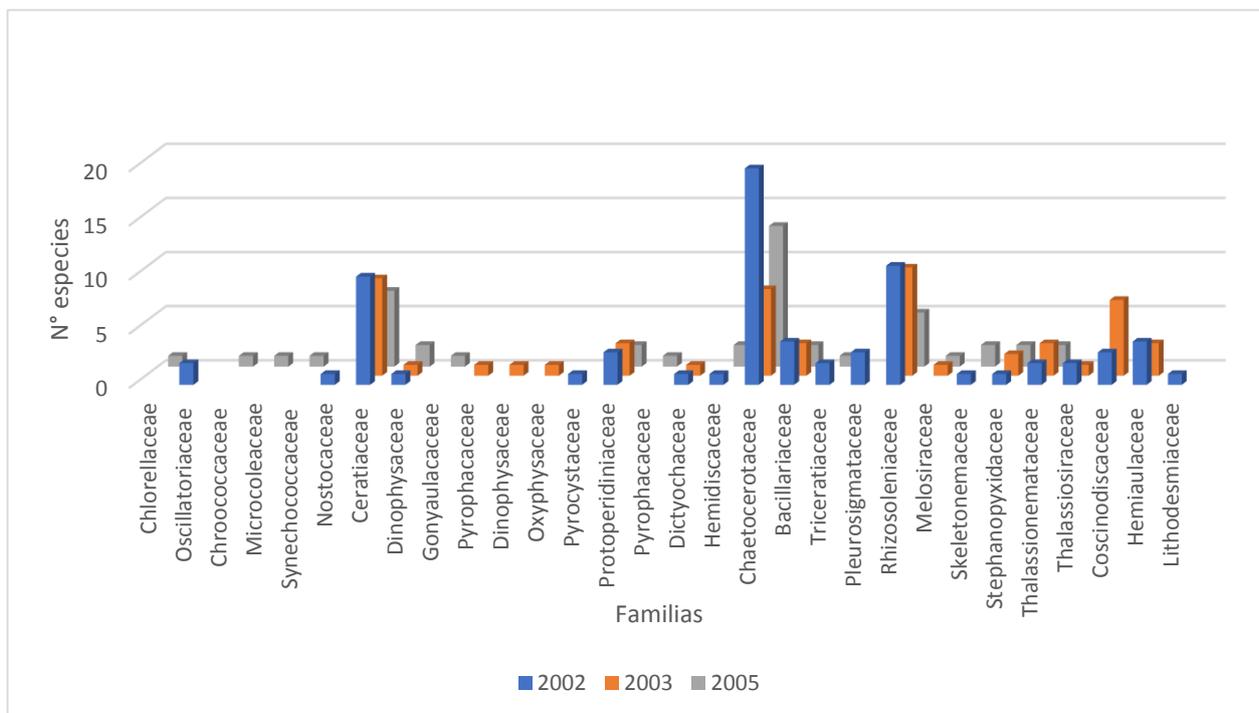


Gráfico # 9: Número de especies por familias fitoplanctónicas identificadas en los tres años 2002,2003 y 2005.

Fuente: Empresa Efficacitas S.A **Elaborado por:** Altamirano,2022.

Tabla 4. Prueba de Kruskal-Wallis de abundancia vs Año.

Prueba de Kruskal-Wallis: Abundancia vs. Año

Estadísticas descriptivas

Año	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
2002	8	3315131	15,4	1,41
2003	8	162920	5,0	-3,67
2005	8	4136891	17,1	2,27
General	24		12,5	

GL	Valor H	Valor p
2	13,74	0,001

Tabla 5. Prueba de Kruskal-Wallis de diversidad vs Año.

Prueba de Kruskal-Wallis: Diversidad vs. Año

Estadísticas descriptivas

Año	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
2002	8	0,3585	5,9	-3,25
2003	8	0,6460	11,6	-0,43
2005	8	0,9025	20,0	3,67
General	24		12,5	

GL	Valor H	Valor p
2	16,14	0,000

Tabla 6. Prueba de Kruskal-Wallis de Temperatura vs Año.

Prueba de Kruskal-Wallis: Temperatura vs. Año

Estadísticas descriptivas

Año	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
2002	8	26,0	20,5	3,92
2003	8	25,5	8,5	-1,96
2005	8	25,5	8,5	-1,96
General	24		12,5	

GL	Valor H	Valor p
2	15,36	0,000

Tabla 7. Prueba de Kruskal-Wallis de oxígeno disuelto vs Año.

Prueba de Kruskal-Wallis: Oxígeno disuelto vs. Año

Estadísticas descriptivas

Año	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
2002	8	7,10	4,8	-3,80
2003	8	8,95	18,0	2,69
2005	8	8,65	14,8	1,10
General	24		12,5	

GL	Valor H	Valor p
2	15,26	0,000

Tabla 8. Abundancia relativa de grupos fitoplanctónicos durante el periodo de PLEAMAR en arrastre vertical del año 2002.

Grupo	Arrastre vertical							
	2FN		3M		4M		5M	
	Nº.cel m-3	A. rel (%)	Nº.cel m-3	A. rel (%)	Nº.cel m-3	A. rel (%)	Nº.cel m-3	A. rel (%)
Bacillariophyta	5880000	83,1	8550000	91,9	12465000	97,6	3000000	80
Ochrophyta	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0
Mizozoa	750000	10,6	600000	6,5	150000	1,2	450000	12
Cyanophytas	450000	6,4	150000	1,6	150000	1,2	300000	8
total	7080000	100,0	9300000	100,0	12765000	100,0	3750000	100

Tabla 9. Abundancia relativa de grupos fitoplanctónicos durante el periodo de PLEAMAR en arrastre horizontal del año 2002.

Grupo	Arrastre horizontal							
	2FN		3M		4M		5M	
	Nº.cel m-3	A. rel (%)	Nº.cel m-3	A. rel (%)	Nº.cel m-3	A. rel (%)	Nº.cel m-3	A. rel (%)
Bacillariophyta	1276065	89,7	2746578	95,4	145836	92,3	972240	85,1
Ochrophyta	0	0,0	12153	0,4	0	0,0	0	0,0
Miozoa	97224	6,8	97224	3,4	12153	7,7	121530	10,6
Cyanophytas	48612	3,4	24306	0,8	0	0,0	48612	4,3
total	1421901	100,0	2880261	100,0	157989	100,0	1142382	100,0

Tabla 10. Abundancia relativa de grupos fitoplanctónicos durante el periodo de PLEAMAR en arrastre vertical del año 2003.

Grupo	Arrastre vertical							
	2FN		3M		4M		5M	
	Nº.cel m-3	A. rel (%)	Nº.cel m-3	A. rel (%)	Nº.cel m-3	A. rel (%)	Nº.cel m-3	A. rel (%)
Bacillariophyta	153336	61,5	38334	33,3	134169	63,6	900849	92,2
Ochrophyta	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Miozoa	95835	38,5	76668	66,7	76668	36,4	76668	7,8
Cyanophyta	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
total	249171	100	115002	100	210837	100	977517	100

Tabla 11. Abundancia relativa de grupos fitoplanctónicos durante el periodo de PLEAMAR en arrastre Horizontal del año 2003.

Grupo	Arrastre Horizontal							
	2FN		3M		4M		5M	
	Nº.cel m-3	A. rel (%)	Nº.cel m-3	A. rel (%)	Nº.cel m-3	A. rel (%)	Nº.cel m-3	A. rel (%)
Bacillariophyta	35397	82,6	13041	63,6	5589	60	206505	88,3
Ochrophyta	1863	4,3	0	0,0	0	0	0	0,0
Miozoa	5589	13,0	7452	36,4	3726	40	27368	11,7
Cyanophyta	0	0,0	0	0,0	0	0	0	0,0
total	42849	100	20493	100	9315	100	233873	100

Tabla 12. Abundancia relativa de grupos fitoplanctónicos durante el periodo de PLEAMAR en arrastre vertical del año 2005.

Grupos	Arrastre vertical							
	2FN		3M		4M		5M	
	Nº.cel m-3	A. rel (%)	Nº.cel m-3	A. rel (%)	Nº.cel m-3	A. rel (%)	Nº.cel m-3	A. rel (%)
Cyanophytas	167200	11,9	356460	13,706	1002240	43,3	1561260	63,3
Bacillariophyta	984840	70,1	2120355	81,528	998690	43,2	458880	18,6
Ochrophyta	0	0,0	6480	0,249	5400	0,2	26548	1,1
Miozoa	94313	6,7	22930	0,882	225000	9,7	369088	15,0
Chlorophyta	26580	1,9	12456	0,479	30480	1,3	25600	1,0
Protozoa	250	0,0	4080	0,157	9240	0,4	6818	0,3
Zooflagellates	125320	8,9	20400	0,784	42720	1,8	5648	0,2
Ascas de hongos	5600	0,4	57600	2,215	0	0,0	12000	0,5
total	1404103	100,0	2600761	100,0	2313770	100,0	2465842	100,0

Tabla 13. Abundancia relativa de grupos fitoplanctónicos durante el periodo de PLEAMAR en arrastre horizontal del año 2005.

Grupos	Arrastre horizontal							
	2FN		3M		4M		5M	
	Nº.cel m-3	A. rel (%)	Nº.cel m-3	A. rel (%)	Nº.cel m-3	A. rel (%)	Nº.cel m-3	A. rel (%)
Cyanophytas	1164300	13,9	2258200	18,5	4116000	72,6	10370000	72,8
Bacillariophyta	6111580	73,0	9104540	74,5	795220	14,0	2608400	18,3
Ochrophyta	0	0,0	17160	0,1	18720	0,3	54700	0,4
Miozoa	206085	2,5	413820	3,4	573760	10,1	821400	5,8
Chlorophyta	292800	3,5	244800	2,0	96000	1,7	67300	0,5
Protozoa	2040	0,0	4200	0,0	17520	0,3	112800	0,8
Zooflagellates	571200	6,8	163200	1,3	54000	1,0	76800	0,5
Ascas de hongos	20400	0,2	12560	0,1	1800	0,0	124800	0,9
total	8368405	100,0	12218480	100,0	5673020	100,0	14236200	100,0