



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y GESTIÓN

**Variabilidad de diatomeas en tres ensenadas en la provincia de
Esmeraldas**

**Trabajo de graduación previa a la obtención del Título de:
BIÓLOGA CON MENCIÓN EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN**

Autora:

ROBLES MERCHÁN, MERCEDES MARIBEL

Director:

Biol. EDWIN ZÁRATE HUGO MSc.

CUENCA-ECUADOR

2019

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico a toda mi familia, especialmente a mis padres, Dolores Merchán y Arturo Robles, a mis hermanos Eduardo Robles, Daniel Robles y Anita Robles por ser los principales impulsores de mis sueños, gracias por confiar y creer en mí.

A mis primos que me brindaron su apoyo incondicional y me incitaron a proceder, Reyna Molina, Cristian Merchán y Mayra Arévalo.

A mis chicos de checka que siempre me apoyaron.

A mi “Gajo”, mis mejores amigos desde el colegio, los amo con mi vida, gracias por estar siempre los unos para los otros.

A la Universidad del Azuay, por haberme ofrecido tantas oportunidades y enriquecerme en conocimiento.

Para todos ellos es esta dedicatoria de tesis.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer la ayuda que me han brindado numerosas personas y asociados durante el procedimiento de exploración y composición de este trabajo. Por encima de todo, me gustaría agradecer a mis padres que me apoyaron a lo largo de mi carrera, a mi tutor, Edwin Zárate, por haberme orientado en todos los momentos que necesité sus consejos.

Así mismo, deseo expresar mi reconocimiento a Eduardo Rebolledo, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la elaboración de este trabajo de titulación.

Finalmente me gustaría agradecerle a Gabriel Pérez–León, por haberme brindado su apoyo y guía durante este proceso investigativo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN.....	¡Error! Marcador no definido.
ABSTRACT.....	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
1.1. Área de estudio.....	3
1.2. Diseño del estudio	4
1.3. Métodos.....	5
1.3.1. Fase de campo	5
1.3.2. Toma de muestras de algas.....	5
1.3.3. Fase de laboratorio	6
1.3.4. Registro de variables fisicoquímicas	7
1.3.5. Conteo	8
1.3.6. Análisis de muestra de fitoplancton	8
1.4. Análisis de datos.....	8
1.4.1. Análisis de datos.....	8
1.4.2. Cooperación interinstitucional	10
CAPÍTULO 2: RESULTADOS	12
2.1. Análisis ambiental	12
2.2. Análisis de poblaciones y comunidades de fitoplancton	13
2.2.1. Identificación y conteo de especies	13
2.2.2. Curvas Rango–Abundancia.....	13
2.2.3. Análisis de abundancia por ensenada	17

Diversidad alfa	18
2.3. Diversidad Beta	18
2.3.1. Análisis de clúster jerárquicos.....	19
2.3.2. Análisis beta diversidad de Whittaker.....	20
2.3.3. ANOVA de variables físico-químicas sobre abundancia.....	20
2.3.4. Análisis de Componentes Principales (ACP).....	21
CAPÍTULO 3: DISCUSIÓN.....	23
CONCLUSIONES	29
BIBLIOGRAFÍA.....	31
ANEXOS.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Perfil costero de tres ensenadas muestreadas en la localidad de Esmeraldas	4
Figura 2: Curva rango–abundancia de especies, Cabo San Francisco	14
Figura 3: Curva rango–abundancia de especies, Puerto Comercial	14
Figura 4: Curva rango–abundancia de especies, Puerto Artesanal.....	15
Figura 5: Curva rango–abundancia de especies, considerando todas las especies y abundancias de las tres ensenadas, estudiadas en la costa de la provincia de Esmeraldas.	15
Figura 6: Diagramas de cajas de abundancia por mes según ensenadas	17
Figura 7: Análisis de clúster jerárquico entre ensenadas	19
Figura 8: Análisis de clúster jerárquico sobre número de individuos por especie y ensenadas ..	19
Figura 9: Análisis de Componentes Principales (ACP) respecto a la abundancia de especies ...	21
Figura 10: Análisis de Componentes Principales (ACP) de abundancia y ensenadas	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estructura del muestreo	4
Tabla 2: Características ambientales en las tres ensenadas por mes según punto y nivel	12
Tabla 3: ANOVA de dos vías de localización y nivel sobre temperatura.....	13
Tabla 4: ANOVA de dos vías de localización y nivel sobre pH.....	13
Tabla 5: Promedio de individuos y total de especies observados por mes, según ensenada y nivel	16
Tabla 6: Índices de diversidad según niveles de tres ensenadas en la provincia de Esmeraldas.	18
Tabla 7: Índice Beta de Whittaker por ensenadas	20
Tabla 8: ANOVA de dos vías de variables físico-químicas (temperatura y pH) sobre abundancia de especies en tres ensenadas	20

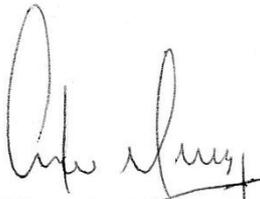
ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Puerto Comercial de Esmeraldas	34
Anexo 2: Puerto Pesquero Artesanal de Esmeraldas	35
Anexo 3: San Francisco (Muisne)	36
Anexo 4: Fotografías de las especies	37
Anexo 5: Listado de especies observadas en todas las ensenadas	43
Anexo 6: Resumen de conteo total de especies en ambos muestreos por meses, según ensenadas y puntos de muestreo.....	44
Anexo 7: Total de individuos en ambos muestreos y temperatura por meses, según ensenadas, puntos de muestreo y nivel.....	45
Anexo 8: Comunidad promedio de fitoplancton (diatomeas) en nivel profundidad, ensenada Cabo San Francisco	47
Anexo 9: Comunidad promedio de fitoplancton (diatomeas) en nivel superficie, ensenada Cabo San Francisco	48
Anexo 10: Comunidad promedio de fitoplancton (diatomeas) en nivel profundidad, ensenada Puerto Comercial.....	49
Anexo 11: Comunidad promedio de fitoplancton (diatomeas) en nivel superficie, ensenada Puerto Comercial	50
Anexo 12: Comunidad promedio de fitoplancton (diatomeas) en nivel profundidad, ensenada Puerto Artesanal	51
Anexo 13: Comunidad promedio de fitoplancton (diatomeas) en nivel superficie, ensenada Puerto Artesanal	52

RESUMEN

Se analizó la variación de la comunidad de fitoplancton en tres ensenadas con diferentes niveles de uso en la provincia de Esmeraldas. Las muestras fueron tomadas mediante botella oceanográfica en profundidad y superficie, de febrero a mayo de 2019. Se analizó la riqueza y abundancia de las especies. Se identificaron 52 especies en las tres ensenadas; el Cabo San Francisco presentó la mayor diversidad y la menor el Puerto Artesanal. No se encontró relación significativa de la biodiversidad con pH y temperatura. Los resultados sugieren que los usos en cada ensenada influyen sobre la biodiversidad del fitoplancton marino costero.

Palabras clave: ecosistema marino, diatomeas, fitoplancton, ensenadas, biodiversidad, oceanografía



Blgo. Antonio Crespo A. Ph.D
Coordinador de Escuela



Blgo. Edwin Zárate H.
Director de Tesis

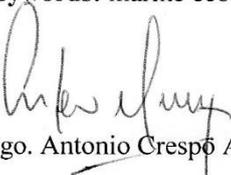


Mercedes Robles M.
Autor

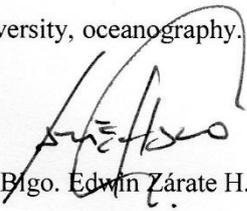
ABSTRACT

The variation of the phytoplankton community in three coves, with different levels of use, was analyzed in the province of Esmeraldas. The samples were taken by oceanographic Nansen bottles in depth and surface from February to May 2019. The richness and abundance of the species was analyzed. 52 species were identified in the three coves. Cabo San Francisco presented the greatest diversity, while Puerto Artesanal showed the lowest diversity. No significant relationship between biodiversity, pH and temperature was found. The results suggest that the uses in each cove influence the biodiversity of coastal marine phytoplankton.

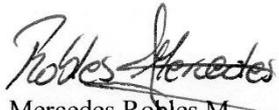
Keywords: marine ecosystem, diatoms, phytoplankton, coves, biodiversity, oceanography.



Blgo. Antonio Crespo A. Ph.D
Faculty Coordinator



Blgo. Edwin Zárate H.
Thesis Director



Mercedes Robles M.
Author



Magda Ortega
UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
Opto. Idiomas



Translated by
Ing. Paúl Arpi

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad de los ecosistemas marinos se ve afectada por las actividades del ser humano, como la pesca y el transporte que requieren del uso de navíos de diversos tamaños, por lo que es necesario documentar los niveles de afectación causados, debido a que puede poner en riesgo la estabilidad de los servicios ecosistémicos. La trascendencia de las algas microscópicas radica en que es una comunidad capaz de registrar la calidad o la integridad del ecosistema que ofrece servicios a las poblaciones humanas.

Los ecosistemas marino–costeros son una parte fundamental del equilibrio ecológico, dado que contribuyen en el almacenamiento de dióxido de carbono (CO₂), por lo que son considerados como herramientas naturales contra el cambio climático. Sin embargo, los ecosistemas marinos se encuentran permanente amenazados, ya sea por la dinámica natural o por la intervención del ser humano; es por ello que, estos ecosistemas deben ser monitoreados para ejecutar acciones que permitan revertir, oportunamente, cualquier daño que sea detectado. El fitoplancton es un conjunto de organismos acuáticos, autótrofos del plancton, que ayudan a medir la calidad del agua marina; la estimación de la densidad de su comunidad, así como el análisis de la calidad de las mismas son muy útiles en el monitoreo de los ecosistemas marino–costeros.

El monitoreo ambiental, generalmente, consiste en la verificación de la presencia y medición de la concentración de agentes contaminantes en el ambiente en un determinado periodo, con lo cual se pueden identificar a aquellos organismos vivos que, muchas veces, han sido descuidados, afectando el hábitat en su integridad (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA, 2015). Para este efecto, los bioindicadores son muy útiles para hacer programas de monitoreo y se ha demostrado que, para ecosistemas acuáticos, las comunidades de fitoplancton son muy útiles, debido a que son muy sensibles a cambios ambientales y, relativamente, fáciles de estudiar (García, Sarmiento, Rodríguez, & Porras, 2017).

En Ecuador, hay insuficiente información sobre la calidad del ambiente en las ensenadas esmeraldeñas, por lo cual es imperante obtener datos mediante el estudio de las comunidades de fitoplancton, que permitan comparar la calidad del ecosistema acuático en diferentes niveles, con lo que se pueda iniciar programas de monitoreo de las regiones marinas del país.

En este sentido, el presente estudio está enfocado en analizar la variación que presenta la comunidad de fitoplancton en tres ensenadas con diferentes niveles de uso en la provincia de Esmeraldas, Ecuador. En la provincia de Esmeraldas se hallan ensenadas que son utilizadas de diversas maneras, algunas de ellas han sido aprovechadas para puertos; sin embargo, no se cuenta

con estudios recientes relacionados con la medición de la calidad del agua de este sector marino–pesquero del Ecuador. Se estudió la presencia y composición de comunidades de fitoplancton en tres ensenadas: puerto comercial, puerto pesquero artesanal y el cabo San Francisco que servirá como punto blanco o de referencia de ensenada sin uso como puerto.

La diversidad, se ha constituido como una de las características esenciales susceptibles de ser medidas con el objeto de describir y analizar una comunidad o un ecosistema determinado; por ello, ha sido el centro de atención, estudio y debate entre los ecólogos. A partir de la problemática planteada, la investigadora se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo varía la comunidad de fitoplancton en tres ensenadas con diferentes niveles de uso en la provincia de Esmeraldas, Ecuador?

Para responder la pregunta planteada, el análisis se realizó con base en las muestras de agua en tres tipos de ensenadas, de acuerdo con su uso; una ensenada presta el servicio de Puerto Comercial, la segunda es un puerto pesquero artesanal (Puerto Artesanal) y, la tercera, como punto blanco o neutro, es una ensenada donde no existen navíos o muy pocos (Cabo San Francisco); todo ello se realizó con la expectativa de encontrar similitudes y/o diferencias entre los tres tipos.

Es importante destacar que durante el muestreo se evidenció que la cantidad de diatomeas que se encontró fue muy baja, por lo tanto lo más idóneo fue analizar en conjunto toda la comunidad de fitoplancton para obtener datos significativos que representen la calidad del agua de las tres ensenadas estudiadas.

El presente documento se divide en cinco secciones o capítulos. En el primer capítulo se describen los aspectos metodológicos del estudio, tales como el muestreo y los procedimientos empleados para la recopilación y procesamiento de datos. En el capítulo 2 se desarrolla el análisis de los resultados, distribuidos según los hallazgos en cada tipo de ensenada, su caracterización según temperatura y pH, el cálculo de índices de diversidad y la determinación de la asociación estadística entre los puntos de muestreos, ensenadas y los meses de recolección de información, identificando la influencia temporal. En el capítulo 3 se presenta la discusión de los resultados, comparando y contrastando con otros estudios. Al final, se muestran las conclusiones de la investigación, las referencias bibliográficas y los anexos que apoyan el trabajo.

CAPÍTULO 1: MATERIALES Y MÉTODOS

1.1. Área de estudio

Ecuador es un país que presenta solo dos estaciones: la primera, denominada época lluviosa va desde el mes de enero al mes de mayo y, la segunda, la denominada época seca, que va desde el mes de julio hasta noviembre; en tanto que, los meses de junio y diciembre son considerados como meses de transición (Prado-España, Troccoli-Ghinaglia, & Cajas-Flores, 2017).

En la provincia de Esmeraldas existen varias ensenadas, algunas de ellas han sido aprovechadas para puertos. Las localizaciones abordadas en esta investigación corresponden a tres ensenadas, una de ellas es un puerto comercial, la segunda es un puerto pesquero artesanal y, la tercera, es el cabo San Francisco ubicado en el cantón Muisne y que sirvió como punto blanco o de referencia de ensenada sin uso como puerto; en la figura 1 se puede apreciar el perfil costero de muestreo.

En el Puerto Comercial de Esmeraldas, ubicado en el litoral noroccidental del Ecuador, arriban y zarpan navíos de gran calado, a nivel internacional; desde allí, se exporta e importa una variedad de productos, tales como: maquinarias, vehículos, madera, vestuario y productos petroleros, entre otros, es el puerto ecuatoriano más cercano al Canal de Panamá (Autoridad Portuaria Esmeraldas, 2018).

De la misma manera, en el Puerto Pesquero Artesanal, ubicado a un kilómetro al norte del Puerto Comercial, presenta una profundidad superior a los 5 m, un ancho aproximado de 150 m por 600 m de largo; allí atracan y parten mayor cantidad de navíos, pero son de menor calado. Los pequeños barcos son destinados para la pesca y la preparación de los pescados, para la comercialización a nivel local y regional (Autoridad Portuaria Esmeraldas, 2018).

Finalmente, en la ensenada ubicada en el cabo San Francisco, situada en el cantón Muisne al suroeste de la provincia de Esmeraldas, no hay presencia de navíos, los oleajes son fuertes y la costa es inclinada (Autoridad Portuaria Esmeraldas, 2018; Capacidades Locales en Agua y Saneamiento en Esmeraldas - CLASE, 2016).



Figura 1: Perfil costero de tres ensenadas muestreadas en la provincia de Esmeraldas

Fuente: Google Map (2019)

1.2. Diseño del estudio

El diseño del estudio es de tipo no experimental. En opinión de Rojas-Cairampoma (2015), el diseño no experimental es aquel que busca exhibir el conocimiento de la realidad, de la forma en que se presenta, de acuerdo a su situación en el espacio y el tiempo; con ello, se utiliza la observación y el registro, con el fin de describir o comparar. La recopilación de datos se llevó a cabo mediante la toma de muestras durante el período febrero–mayo de 2019.

Para cada una de las tres ensenadas se ubicaron dos puntos de muestreo, en los cuales se tomaron muestras a dos (2) profundidades y dos (2) repeticiones de la muestra en cada una (inicial y réplica), con las cuales se calculó el promedio, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 1: Estructura del muestreo

Ensenada	Puntos	Nivel	Muestreo	
			Inicial	Réplica
Cabo de San Francisco (CSF)	Punto 1	Superficie	X	X
		Profundidad	X	X
	Punto 2	Superficie	X	X
		Profundidad	X	X
Puerto Pesquero Artesanal (PA)	Punto 1	Superficie	X	X
		Profundidad	X	X
	Punto 2	Superficie	X	X
		Profundidad	X	X
Puerto Comercial (PC)	Punto 1	Superficie	X	X
		Profundidad	X	X
	Punto 2	Superficie	X	X
		Profundidad	X	X

Como se mencionó anteriormente, el muestreo se realizó en cuatro meses, por lo tanto, el número de muestras fue de 96 tomas. Estas muestras fueron llevadas y procesadas en el laboratorio de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador con sede en Esmeraldas.

1.3. Métodos

1.3.1. Fase de campo

Esta fase consistió en la realización de las visitas respectivas a cada ensenada, en las cuales se hizo contacto con personas de las comunidades cercanas a las áreas de estudio; con ellos, se consiguió la colaboración de pescadores propietarios de embarcaciones pequeñas, con las cuales la investigadora se dirigió a los puntos de muestreo a realizar las tomas de muestra y medición de indicadores ambientales (temperatura y pH).

1.3.2. Toma de muestras de algas

Las muestras fueron tomadas a dos profundidades con la ayuda de una botella oceanográfica. El muestreo se basó en el siguiente procedimiento:

- Inicialmente, se realizó una exploración preliminar para determinar el volumen de muestra necesario para el muestreo.
- En cada punto de muestreo se recolectaron muestras de 500 ml de agua con botellas oceanográficas.
- Se realizó un examen inicial de cada muestra para determinar el volumen final necesario para los análisis. Esto se hace sedimentando 10 ml de cada muestra y contando el número total de organismos fotosintéticos y el número de células de fitoplancton dentro de un área seleccionada del portaobjetos (10 mm² mínimo o 3 transectos de la cámara Utermöhl para el conteo de microalgas planctónicas).
- No se realizaron identificaciones en este punto, pero se observó si existían irregularidades, tales como sedimentos excesivos en la muestra.
- Se utilizó el método modificado de Utermöhl (1958), el cual se emplea para identificar y enumerar las comunidades de fitoplancton; esto implicó el examen microscópico de la muestra de agua conservada.
- Finalmente, se realizó un segundo examen en una preparación, identificación y enumeración de individuos.

El volumen necesario para la sedimentación y el subsiguiente análisis de algas blandas se determinó a partir del número de todos los organismos contados. El volumen de muestra a digerir para el análisis se estableció a partir de los recuentos preliminares de células de fitoplancton; no obstante, la recomendación es que el volumen mínimo para la digestión sea de 500 ml.

1.3.2.1. Toma de muestras con la botella oceanográfica

Las muestras fueron tomadas con botellas oceanográficas, las cuales son equipos diseñados para tomar muestras de agua a una profundidad específica de la columna de agua. La botella, que es un cilindro metálico o plástico con dos tapas, se sujeta a un cable con sus dos tapas abiertas y sujetas de forma que se disparen y cierren cuando se presione el dispositivo de cierre por el “mensajero” (Reguera, Alonso, Moreira, & Méndez, 2011).

Las botellas fueron usadas, por lo tanto, para adquirir muestras de un determinado volumen a la profundidad establecida al momento de la recolección. El beneficio de su uso, radica en que las muestras que se recolectan de esta forma son cualitativamente representativas del lugar. Una de sus limitaciones para encarar estudios florísticos, consiste en la insuficiencia del material que se obtiene en cada lance; es importante señalar que, por lo general, el modelo de botella más utilizado es el de Nansen, Niskin y Van (Ferrario, Sar, & Sala, 1995).

El muestreo y conteo fitoplanctónico cuantitativo se realizó con el método de Utermöhl, esta elección se basa en el objetivo de la investigación y de las peculiaridades biológicas y espaciales del lugar (Prado-España et al., 2017).

1.3.3. Fase de laboratorio

1.3.3.1. Preservación de la muestra

Para la preservación de las muestras las soluciones que más se emplean son el formaldehído y el Lugol. En este caso se utilizó el formaldehído, su uso en solución acuosa al 4% proporciona la preservación del fitoplancton, cocolitofóridos y dinoflagelados, una concentración del 4% ayuda a fijar la muestra que se toman con la botella, por otro lado, para las muestras recolectadas con las redes es recomendable utilizar una concentración mayor (6,6%) (Thronsen, 1978). Una de las ventajas de este preservante es que, además de ser económico, conserva las muestras por muchos años en muy buen estado, si son correctamente almacenadas (Ferrario et al., 1995).

1.3.3.2. Sedimentación de la muestra

- La muestra de fitoplancton se homogeneiza invirtiendo suavemente la botella de muestra durante 60 segundos.
- El volumen de muestra predeterminado (25ml) se carga en una cámara Utermöhl de sedimentación.
- La botella de muestra debe invertirse al menos una vez entre cada adición. Esto se hace porque los organismos más grandes se asientan rápidamente y pueden permanecer en la botella si la muestra simplemente se vierte.
- La cámara Utermöhl deberá estar cubierta con una placa superior redonda.
- Las algas pueden asentarse en la base de la cámara de sedimentación. El cubreobjetos en la parte inferior de la cámara Utermöhl no debe ser más grueso que 0.2 - 0.3 mm pulgadas.
- El tiempo recomendado para la sedimentación completa varía con la altura de la cámara Utermöhl (8 cm/día a 4 cm/día) dependiendo de la precisión requerida en la enumeración.

Los tiempos de asentamiento aproximados necesarios son los siguientes:

Volumen	Tiempo
100 ml	100 horas
50 ml	50 horas
25 ml	25 horas
10 ml	10 horas
5 ml	5 horas
2 ml	2 horas

Esperé 24 horas para que se sedimente la muestra, para lo cual se usó la medida de 24ml.

1.3.4. Registro de variables fisicoquímicas

Una vez que se toman las muestras de agua, se deben rotular con una etiqueta de papel vegetal, esta se introduce en el frasco y otra se tiene que pegar al mismo. Cada etiqueta debe tener una sigla que identifique la campaña, el número de la estación (latitud, longitud y ubicación en un mapa del área), fecha, número de botella, se tiene que escribir a que profundidad se tomó la muestra ya que trabajamos a diferentes profundidades y el tipo de muestra (Alvelal, Ferrario, Oliveira, & Sar, 1995).

Paralelamente, en una planilla de datos diseñada al efecto, se asentaron los transcritos a la etiqueta y otros como: colector, condiciones atmosféricas al momento de la recolección, tipo de botella, hora en que se colectó, volumen de la muestra extraída, tipo de preservante empleado, etc. En esta planilla se registraron los datos físico-químicos correspondientes a pH y temperatura.

1.3.5. Conteo

El conteo de las comunidades se realizó simultáneamente empleando la técnica del conteo directo, a través del microscopio; contándose cuatro tiras por cada muestra.

1.3.6. Análisis de muestra de fitoplancton

El contenido celular de fitoplancton oscurece las marcas de las paredes en las que se basa la taxonomía; por lo tanto, la materia orgánica debe eliminarse (oxidarse) antes de la identificación. En el Anexo 4, se muestran las fotografías de las especies estudiadas.

1.4. Análisis de datos

Los datos fueron registrados y organizados en hojas de cálculo de MS–Excel y se analizaron en el software estadístico Lenguaje R de licencia pública GNU-GPL (Licencia Pública General), mediante los cuales se construyeron tablas y se realizaron análisis de asociación Chi-cuadrado para determinar la significancia, con base en el 5%, de la relación entre las variables y las poblaciones de diatomeas estudiadas.

Se realizó el análisis de la varianza (ANOVA) de dos vías entre la localización y nivel sobre temperatura y pH, el cual permitió identificar si había diferencias significativas entre dichas variables, es decir, en las características físicas de las ensenadas; el nivel de significancia estadística es del 5%.

1.4.1. Análisis de datos

Diversidad alfa

En este estudio se calcularon indicadores de diversidad alfa y beta; entre los índices de tipo alfa se encuentra el de diversidad Shannon-Wiener, el cual refleja el nivel de heterogeneidad–homogeneidad o importancia de una comunidad, basado en dos factores: riqueza o número de especies presentes y la abundancia relativa de las mismas (Pla, 2006, p. 583). El cálculo del índice de Shannon–Wiener es considerado como un indicador de equidad y se realiza de acuerdo con la siguiente expresión (Moreno, 2001).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \times \ln p_i$$

Donde:

H': Índice de Shannon–Wiener

S: Número de especies

p_i : Proporción de la comunidad de la especie respecto al total

De acuerdo con Mora-Donjuán, Burbano-Vargas, Méndez-Osorio y Castro-Rojas (2017) el índice de Shannon–Wiener se evalúa de acuerdo con los siguientes valores:

- Baja diversidad: 0 a 2
- Diversidad normal: 2 a 3
- Alta diversidad: 3 a 5

H' se aproximará a cero cuando en la muestra se encuentra una sola especie, mientras que H' irá en aumento en la medida en que todas las especies estén representadas por el mismo número de individuos, es decir, cuando la representación sea lo más equitativa posible.

Se aplicó también el Índice de Simpson y el Índice de Diversidad de Simpson, el cual es útil en el caso de que las muestras comparadas difieran en gran medida de la riqueza de especies (es decir, una muestra tiene considerablemente más especies que la otra). Índice de Simpson:

$$D'_{Si} = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{n(n - 1)}$$

Donde:

S: Número de especies

n_i : Cantidad de la comunidad de la especie i

Diversidad beta

También, se empleó el índice de Whittaker (beta), calculado con el uso de la herramienta estadística Lenguaje R, con el paquete ‘vegan’, para el análisis estadístico de la biodiversidad y las comunidades ecológicas (Kindt, 2019). El índice de Whittaker señala la diferencia en la composición de la comunidad de especies a lo largo de un gradiente ecológico (Fontenla, 2018); de manera que, la diversidad beta calculada con este índice se refiere a la variación de la composición de especies que se registra entre diferentes unidades de muestreo o de observaciones, bien sean de tipo espacial o temporal. El cálculo se realizó mediante el comando ‘betadiver (datos, “w”)’ del paquete BiodiversityR del Lenguaje R.

Cuando el índice beta de Whittaker se aproxima a cero se interpreta como bajo o nulo nivel de especies compartidas, mientras que cuando se acerca a 1 los sitios tienen mayor recambio de especies

Se construyeron gráficos de acumulación (clúster) o dendogramas con el fin de identificar los niveles de agrupación de especies. El análisis clúster permite identificar agrupaciones de especies, de acuerdo con el grado de similaridad; con ello, se espera observar u obtener una alta similaridad dentro de los grupos y un bajo nivel de similaridad entre grupos (Singh Ghuman, 2016); este análisis va acompañado del gráfico de clúster o dendograma, el cual utiliza una escala que depende del cálculo de distancias y del uso de pesos para definir los grupos. En el estudio se aplicó la técnica clúster mediante el paquete BiodiversityR, con el cual se realizaron dendogramas con base en el peso que representa el número de individuos por especie. En el eje horizontal se representan las especies, mientras que en el eje vertical se muestra la escala de pesos; los nombres de las especies se ordenan de acuerdo con la proximidad o similitud entre sus pesos.

Análisis de componentes principales (ACP)

Se desarrolló el análisis de componentes principales (ACP) que consiste en la ordenación de las especies, con base en el porcentaje de la abundancia de cada una según ensenadas, usando transformación logarítmica de las densidades; el ACP sirve como base de entrada para el análisis, este se complementó con los gráficos de sedimentación y de dispersión (coordenadas de componentes principales). Los análisis de componentes principales se llevaron a cabo usando el software Lenguaje R, mediante la interface R-Commander; se incluyeron todas las especies fitoplanctónicas.

El ACP contribuye a conocer la estructura del conjunto de especies mediante el análisis de ordenación comunitaria, con lo cual se consigue una reducción de una matriz compleja a una matriz de distancias o similitudes, ya sea entre los atributos o entre diferentes unidades de muestreo; este método permite reducir las dimensiones con poca pérdida de representatividad en los ejes resultantes (Ávila Pérez, García Ibañez, & Rosas-Acevedo, 2015).

Se procedió a realizar un análisis chi-cuadrado, con un nivel de significancia del 5%. Esta es una de las técnicas que más se utilizan que prueba la hipótesis de que las medias de dos o más poblaciones son iguales, así como también, evalúa la importancia de uno o diversos factores al comparar las medias de la variable de respuesta de acuerdo a dichos factores (Abraira & Pérez de Vargas, 1996).

1.4.2. Cooperación interinstitucional

Los exámenes fueron realizados en el laboratorio de la Pontificia Universidad Católica de Ecuador, con sede en Esmeraldas y se contó con el apoyo metodológico del Dr. Eduardo

Rebolledo. El uso del laboratorio de la Universidad Católica en Esmeraldas facilitó las labores de análisis, evitando el traslado de las muestras a otras regiones y minimizando los costos logísticos.

CAPÍTULO 2: RESULTADOS

2.1. Análisis ambiental

El trabajo de campo se llevó a cabo en tres ensenadas de la provincia de Esmeraldas: Cabo San Francisco (CSF), Puerto Comercial (PC) y Puerto Artesanal (PA), durante el período febrero–mayo de 2019. A continuación, se presentan los datos de temperatura (°C) y pH del agua, que resumen las características ambientales de las zonas de estudio:

Tabla 2: Características ambientales en las tres ensenadas por mes según punto y nivel

Localización	Punto	Nivel	Febrero		Marzo		Abril		Mayo	
			Temp	pH	Temp	pH	Temp	pH	Temp	pH
CSF	Punto 1	Superficie	25,1	8,16	27,1	8,95	26,9	7,97	27,6	7,83
		Profundidad	26,2	8,32	27,6	8,32	28,4	8,14	27,7	7,87
	Punto 2	Superficie	26,8	8,40	27,9	8,29	27,9	8,09	27,5	7,91
		Profundidad	26,7	8,51	27,8	8,34	28,2	8,08	28,7	7,88
PC	Punto 1	Superficie	26,6	8,53	28,0	8,30	27,7	8,50	27,9	7,82
		Profundidad	18,8	8,00	24,3	7,90	27,7	8,14	28,0	8,03
	Punto 2	Superficie	26,0	8,15	27,4	8,20	27,4	8,22	27,2	8,02
		Profundidad	19,2	8,13	27,5	8,00	27,5	8,00	27,9	7,97
PA	Punto 1	Superficie	25,0	8,21	27,9	7,20	27,8	8,25	27,8	8,11
		Profundidad	24,0	8,43	28,0	7,00	27,6	8,01	27,0	8,00
	Punto 2	Superficie	26,2	8,32	27,1	7,90	26,7	8,20	27,2	7,84
		Profundidad	21,0	8,07	26,0	8,00	27,7	7,97	27,7	7,90

Tanto las temperaturas como el pH no presentaron variaciones significativas entre ensenadas, ni entre los niveles superficie y profundidad.

Tabla 3: ANOVA de dos vías de localización y nivel sobre temperatura

Response: Temperatura					
	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)	
Localización	5.958	2	0.6901	0.5143	
Nivel	3.961	1	0.9176	0.3508	
Localización:Nivel	7.427	2	0.8604	0.4397	
Residuals	77.696	18			

El análisis de varianza de localización y nivel sobre temperatura permite establecer que no existe asociación significativa entre la localización y los niveles de temperatura, así como entre el nivel y la temperatura, (p-valores 0.5143 y 0.3508, respectivamente). Además, la localización y el nivel son factores que no interactúan sobre la temperatura (p-valor: 0.4397).

Tabla 4: ANOVA de dos vías de localización y nivel sobre pH

Response: pH					
	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)	
Localización	0.21766	2	1.5723	0.2348	
Nivel	0.05802	1	0.8382	0.3720	
Localización:Nivel	0.03283	2	0.2371	0.7913	
Residuals	1.24591	18			

La localización y el nivel no presentan asociación con el pH registrado en las ensenadas, ya que los p-valores son de 0.2348 y 0.3720, respectivamente, mayores que 0.05. De igual manera, estos factores no interactúan sobre el nivel de pH (p-valor: 0.7913).

2.2. Análisis de poblaciones y comunidades de fitoplancton

2.2.1. Identificación y conteo de especies

Se identificaron 22.163 individuos de fitoplancton pertenecientes a 52 especies en las tres ensenadas (ver Anexo 6); de estos, 3.336 individuos (15,1%) corresponden a 37 especies en el Cabo San Francisco representando una media de 90 individuos por especie, en el Puerto Artesanal se contaron 7.680 individuos (34,7%) en 22 especies representando un promedio de 349 individuos/especie; mientras que en el Puerto Comercial se observaron 11.147 (50,3%) individuos para 30 especies, con una media de 372 individuos/especie.

2.2.2. Curvas Rango–Abundancia

Mediante las curvas de rango–abundancia se logró determinar los patrones de distribución de la abundancia de las especies en las comunidades de fitoplancton. Este gráfico permite observar que

para comunidades más equitativas, la curva rango–abundancia presentará una pendiente con baja pronunciación, haciendo referencia a que existe poca diferencia entre aquellas especies más abundantes y las que continúan, mientras que, en comunidades donde unas pocas especies son muy dominantes, indicarán una pendiente mucho más pronunciada.

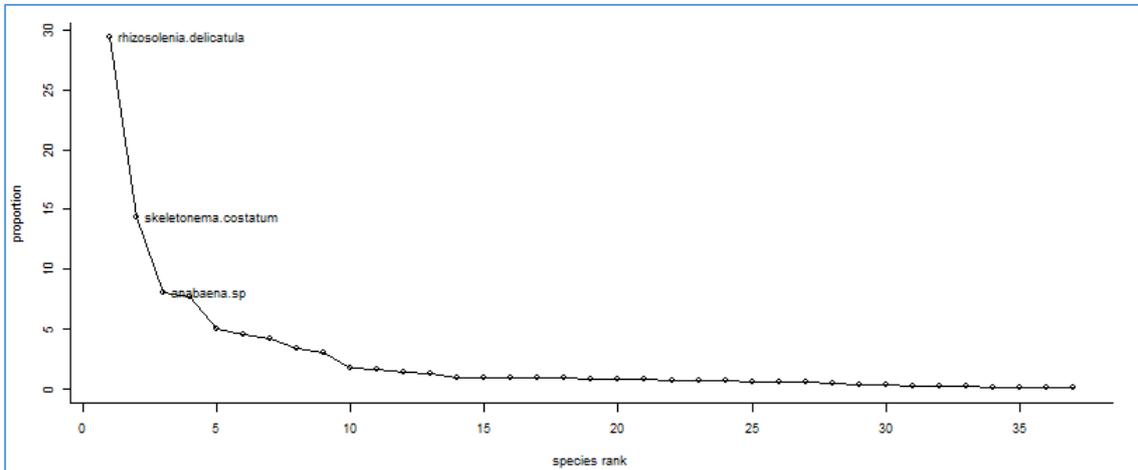


Figura 2: Curva rango–abundancia de especies, Cabo San Francisco

La curva rango–abundancia para el Cabo San Francisco muestra que *Rhizosolenia delicatula*, *Skeletonema costatum* y *Anabaena sp* son las especies principales de la ensenada.

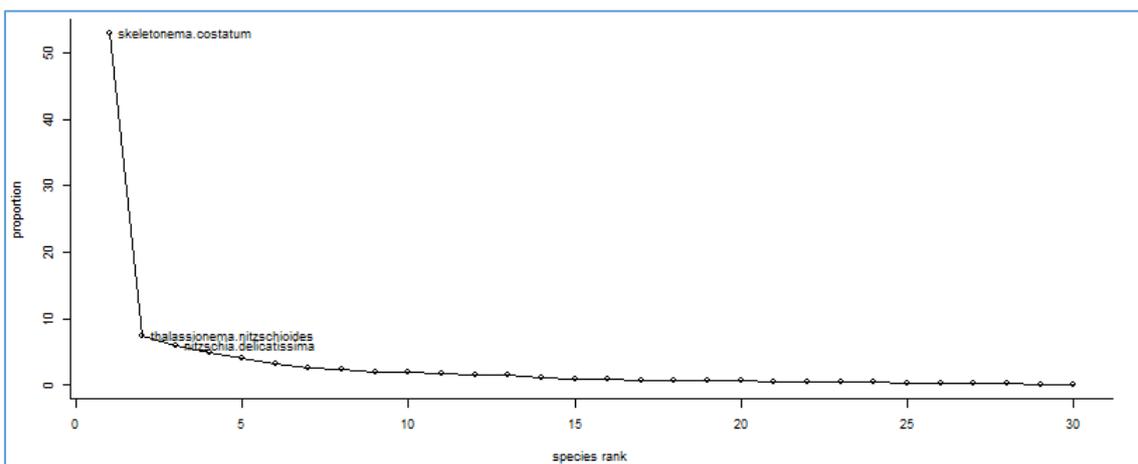


Figura 3: Curva rango–abundancia de especies, Puerto Comercial

Por otra parte, la curva rango–abundancia para el Puerto Comercial indica que *Skeletonema costatum*, *Thalassionema costatum* y *Nitzschia delicatissima* son las especies con mayor abundancia relativa en la ensenada.

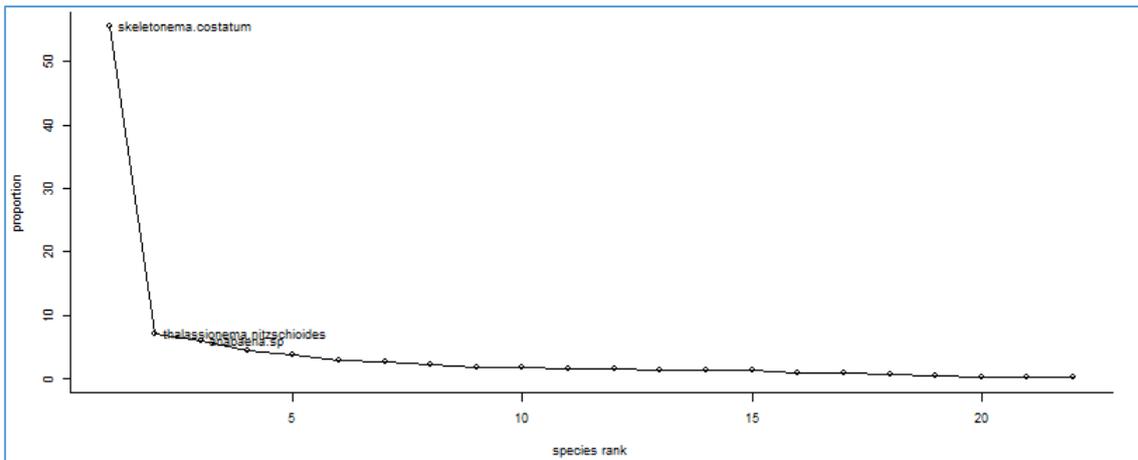


Figura 4: Curva rango–abundancia de especies, Puerto Artesanal

En el Puerto Artesanal se presenta una abundancia relativa predominante en la especie *Skeletonema costatum*, seguida por *Thalassionema nitzschioides* y *Anabaena sp*, las cuales, aunque se mantienen lejos del valor que representa la *Skeletonema costatum* muestran diferencia relativa respecto al resto de las especies.

En las tres ensenadas se nota que existe dominancia de pocas especies, siendo esto más marcado en las ensenadas Puerto Artesanal y Puerto Comercial, en las cuales la especie *Skeletonema costatum* presenta abundancia superior al 50%.

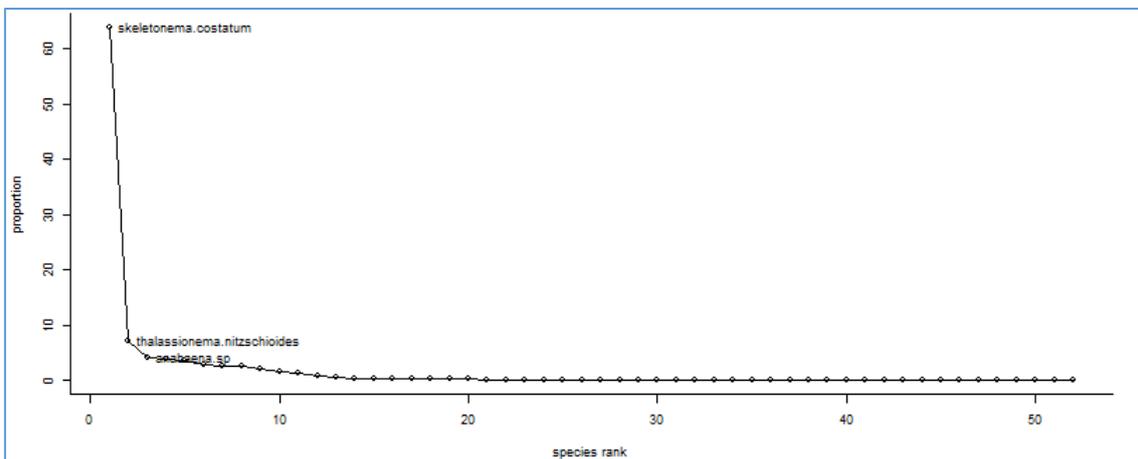


Figura 5: Curva rango–abundancia de especies, considerando todas las especies y abundancias de las tres ensenadas, estudiadas en la costa de la provincia de Esmeraldas.

En el Figura 5 se representa el grado de abundancia de especies en todas las ensenadas a la vez. Se observan dos grupos principales; el primero, constituido por una sola especie, la *Skeletonema costatum*, la cual muestra una abundancia del 60%, aproximadamente; mientras que, en el segundo, se ubica la *Talassionema nitzschioides* con una abundancia cercana al 8%, debajo de esta

se agrupan todas las demás especies. En este sentido la *Skeletonema costatum* es la especie más abundante en el conjunto de ensenadas analizadas en la costa ecuatoriana, presentando una diferencia significativa entre el tamaño de su población y las otras especies.

Tabla 5: Promedio de individuos y total de especies observados por mes, según ensenada y nivel

Ensenada	Nivel	Indicador	Feb	Mar	Abr	May	Total	Prom.
Cabo San Francisco	Prof.	Prom. Individuos	185,3	97,5	341,8	52,7	677,3	169,3
		Núm. de especies	20	13	11	7	31	16,4
	Sup.	Prom. Individuos	256,0	158,2	229,0	94,3	737,4	184,4
		Núm. de especies	15	14	13	11	29	16,4
Puerto Comercial	Prof.	Prom. Individuos	476,9	255,4	382,7	77,5	1.192,5	298,1
		Núm. de especies	18	14	15	11	24	16,4
	Sup.	Prom. Individuos	864,4	413,2	750,2	299,8	2.327,5	581,9
		Núm. de especies	15	14	17	11	23	16
Puerto Artesanal	Prof.	Prom. Individuos	431,8	168,8	115,3	494,8	1.210,6	302,6
		Núm. de especies	15	14	12	11	19	14,2
	Sup.	Prom. Individuos	285,8	121,1	146,3	549,0	1.102,1	275,5
		Núm. de especies	11	10	11	10	16	11,6

El promedio de individuos del Cabo San Francisco es el más bajo entre las tres ensenadas con 169,3 individuos/especie en el nivel profundidad; no obstante, también registró el mayor número de especies con 31. En contraposición, el Puerto Comercial tiene el mayor promedio de abundancia de individuos con 581,9 en el nivel superficie. En febrero se observó el mayor promedio con 864,4 individuos/especie en el nivel superficie del Puerto Comercial.

Respecto a la presencia o abundancia relativa de especies por cada ensenada, se muestran las tablas por ensenadas y niveles en los anexos 8 al 13. De acuerdo con ello, en el nivel de profundidad del Puerto Comercial se determinó que las especies más frecuentes fueron: *Skeletonema costatum* (49,5%), *Thalassionema nitzschioides* (10,0%) y *Nitzschia delicatissima* (9,4%), las cuales acumulan el 68,9% de la población total, basada en 24 especies diferentes observadas a lo largo del período.

Las especies *Skeletonema costatum* (59,6%) y *Thalassionema nitzschioides* (8,7%) son las de mayor frecuencia en el nivel superficie de la ensenada Puerto Comercial, acumulando un 68,3%, a partir de una base de 23 especies encontradas. Las especies más frecuentes en el Puerto Artesanal fueron *Skeletonema costatum* (64,9%) y *Thalassionema nitzschioides* (7,3%), las cuales acumulan el 72,2% del total registrado.

2.2.3. Análisis de abundancia por ensenada

Con el objeto de observar el comportamiento de la abundancia de especies de acuerdo con el número de individuos de cada ensenada se presenta, a continuación, los diagramas de caja por meses, considerando la unión de las observaciones respecto a cada punto de muestreo, nivel y repeticiones.

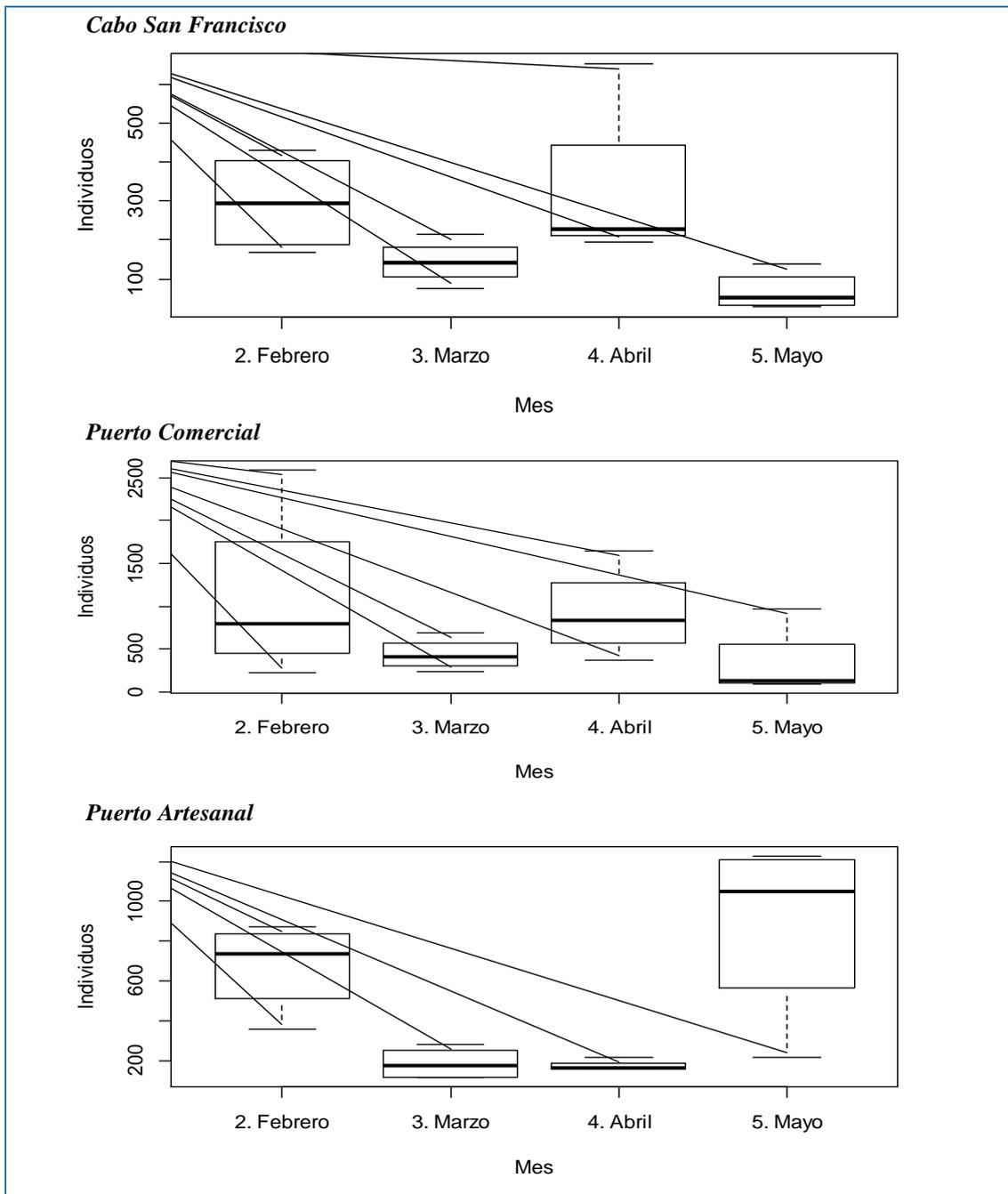


Figura 6: Diagramas de cajas de abundancia por mes según ensenadas

En general, se aprecia en la Figura 6, que el mes de marzo presenta los niveles más homogéneos o consistentes del número de individuos por especies, dada la cercanía entre la mediana y los cuartiles; abril representa el mes con las observaciones más bajas respecto al número de individuos en el Puerto Artesanal. Febrero, en cambio, muestra valores medios más altos en las tres ensenadas y la mayor dispersión en el Puerto Comercial; por otro lado, el Puerto Artesanal presenta sus valores más altos en el mes de mayo y la mayor dispersión por mes observada en las tres ensenadas.

Diversidad alfa

El análisis de diversidad se fundamentó en el cálculo del índice de equidad de Shannon–Wiener y del índice de dominancia de Simpson, los cuales se presentan a continuación por cada ensenada según niveles:

Tabla 6: Índices de diversidad según niveles de tres ensenadas en la provincia de Esmeraldas

Ensenada	Índice	Profundidad	Superficie
CSF	D'_{Si}	0,179	0,145
CSF	H'	2,31	2,47
PC	D'_{Si}	0,272	0,373
PC	H'	1,98	1,68
PA	D'_{Si}	0,435	0,440
PA	H'	1,50	1,41

La Tabla 6 muestra que los valores de diversidad de Shannon–Wiener H' más altos fueron registrados en el Cabo San Francisco, tanto en la superficie como en la profundidad (2,31 y 2,47, respectivamente), mostrando mayores niveles de homogeneidad; mientras que, los valores más bajos se registraron en el Puerto Artesanal (1,50 y 1,41), siendo menos diversa la comunidad.

La diversidad de Simpson D'_{Si} presenta los valores más altos en el Puerto Artesanal, con valores de 0,435 en el nivel profundidad y 0,440 en superficie; en tanto que, los valores más bajos se observaron en el Cabo San Francisco, con 0,179 (profundidad) y 0,145 (superficie).

2.3. Diversidad Beta

El análisis Beta, para identificar los cambios en la estructura y composición de los ensamblajes de comunidades en diferentes contextos ecológicos, se llevó a cabo en dos fases: análisis de clúster jerárquicos y el índice de Whittaker.

2.3.1. Análisis de clúster jerárquicos

El análisis basado en el clúster jerárquico permite identificar grupos de especies de acuerdo con su abundancia, ya sea en términos absolutos o relativos; en este estudio se aplican con base en las proporciones sobre los registros identificados por ensenada y especie a la vez, con el fin de observar la agrupación de las especies.

De acuerdo con la Figura 7, las comunidades de fitoplancton constituyen dos grupos respecto a las estructuras por ensenadas; por una parte, se tiene que el Cabo San Francisco, y por otra, el conjunto conformado por el Puerto Artesanal y el Puerto Comercial, los cuales presentan similitud en la estructura de sus comunidades.

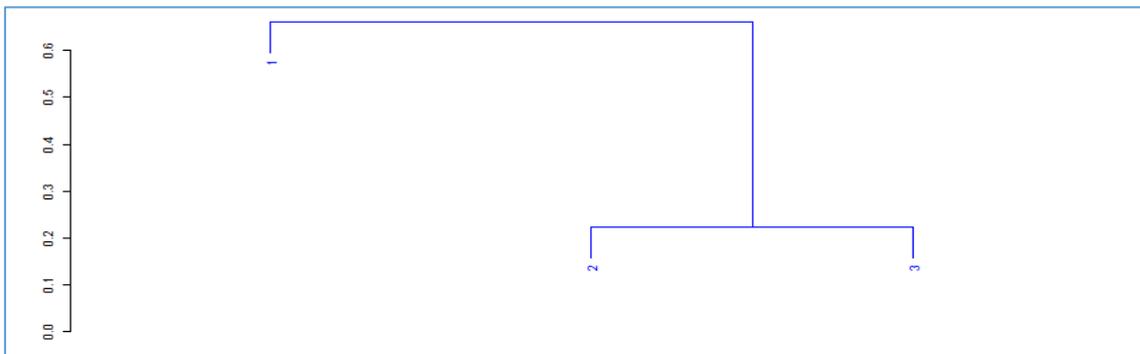


Figura 7: Análisis de clúster jerárquico entre ensenadas

Nota: Cabo San Francisco (1), Puerto Artesanal (2), Puerto Comercial (3)

En la Figura 8, se aprecia la composición de la abundancia de especies según ensenadas. Se observan dos grandes grupos; el primero, definido por la especie *Skeletonema costatum*, la cual se encuentra con mayor abundancia en los puertos Artesanal y Comercial; el segundo grupo está compuesto por 51 especies que presentan similitud entre sí.

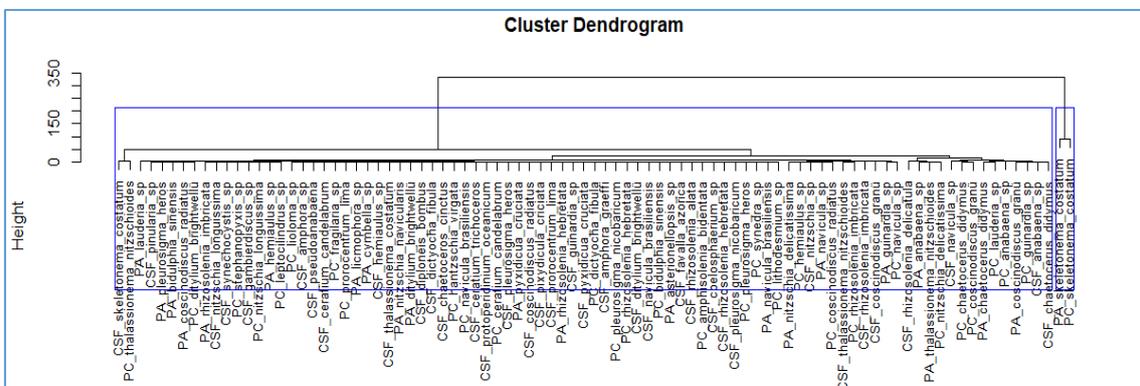


Figura 8: Análisis de clúster jerárquico sobre número de individuos por especie y ensenadas

2.3.2. Análisis beta diversidad de Whittaker

Se aplicó el índice de Beta diversidad de Whittaker que consiste en obtener una medida del grado de diferenciación en la composición o estructura de especies a través de las diferentes unidades de observación del estudio; de manera más precisa, se puede decir que mide el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico en gradientes ambientales.

Tabla 7: Índice Beta de Whittaker por ensenadas

Ensenada	Índice Beta (β) de Whittaker
Cabo San Francisco	0.423077
Puerto Comercial	0.363636
Puerto Artesanal	0.128205

El Cabo San Francisco muestra el mayor valor de índice beta, es decir la que mayor recambio de especies, entre las tres ensenadas analizadas, siendo el valor β de 0.423077. En segundo lugar, se encuentra el Puerto Comercial con 0.363636, con una diferencia de 0.06, mientras que muy alejado de estos valores se tiene el beta presentado por el Puerto Artesanal, el cual es de 0.128205, por lo que constituye la ensenada con menor recambio de composición de especies.

2.3.3. ANOVA de variables físico-químicas sobre abundancia

Con el objeto de determinar si los cambios en temperatura y pH del agua influyen sobre el promedio de individuos observados en cada ensenada, punto de muestreo y mes, se realizó el análisis de la varianza que se presenta a continuación:

Tabla 8: ANOVA de dos vías de variables físico-químicas (temperatura y pH) sobre abundancia de especies en tres ensenadas

Anova Table (Type II tests)				
Response: Abundancia_prom				
	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
Temp_rango	357317	1	1.52805	0.22296
pH_rango	191943	1	0.82083	0.36987
Temp_rango:pH_rango	3944	1	0.01687	0.89726
Residuals	10288931	44		

El análisis de la varianza para la abundancia promedio como variable dependiente de la temperatura y el pH, o su interacción, muestra que estos no influyen en el número de individuos, ya que los valores p son superiores a 0.05; por lo tanto, la variación de la abundancia puede estar relacionada con otros factores.

2.3.4. Análisis de Componentes Principales (ACP)

Se realizó el ACP respecto a la abundancia de especies, con el fin de ordenar las mismas en función de la similitud. A continuación, se presenta el gráfico de dispersión de los ejes principales:

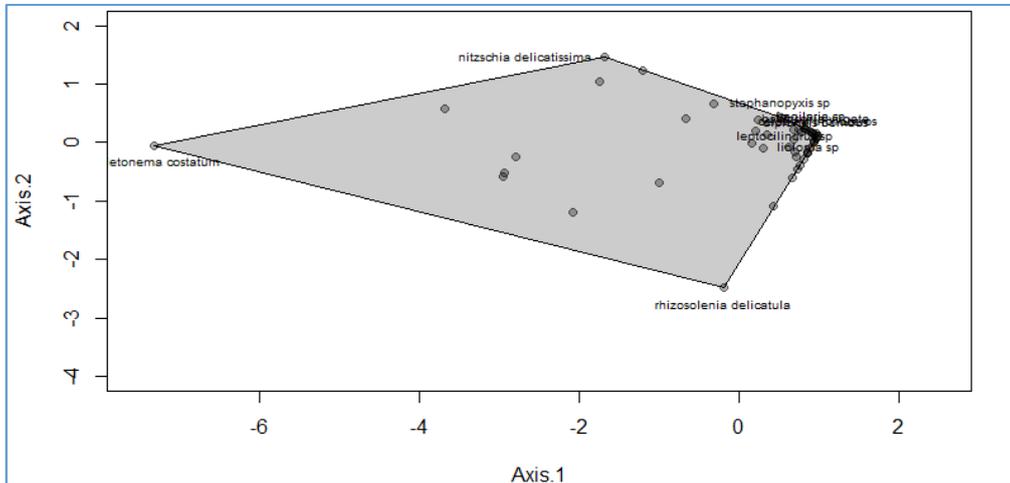


Figura 9: Análisis de Componentes Principales (ACP) respecto a la abundancia de especies

En la Figura 9 se destaca que, la mayoría de las especies están correlacionadas positivamente, sin embargo, la especie *Skeletonema costatum* está opuesta a este grupo. De igual manera, las especies *Rhizosolenia delicatula* y *Nitzschia delicatissima* son marcadores diferenciadores. El grupo de especies ubicadas a la derecha de la figura y especie *Skeletonema costatum* aporta peso significativamente al eje 1, mientras que *Rhizosolenia delicatula* y *Nitzschia delicatissima* aportan más en el eje 2.

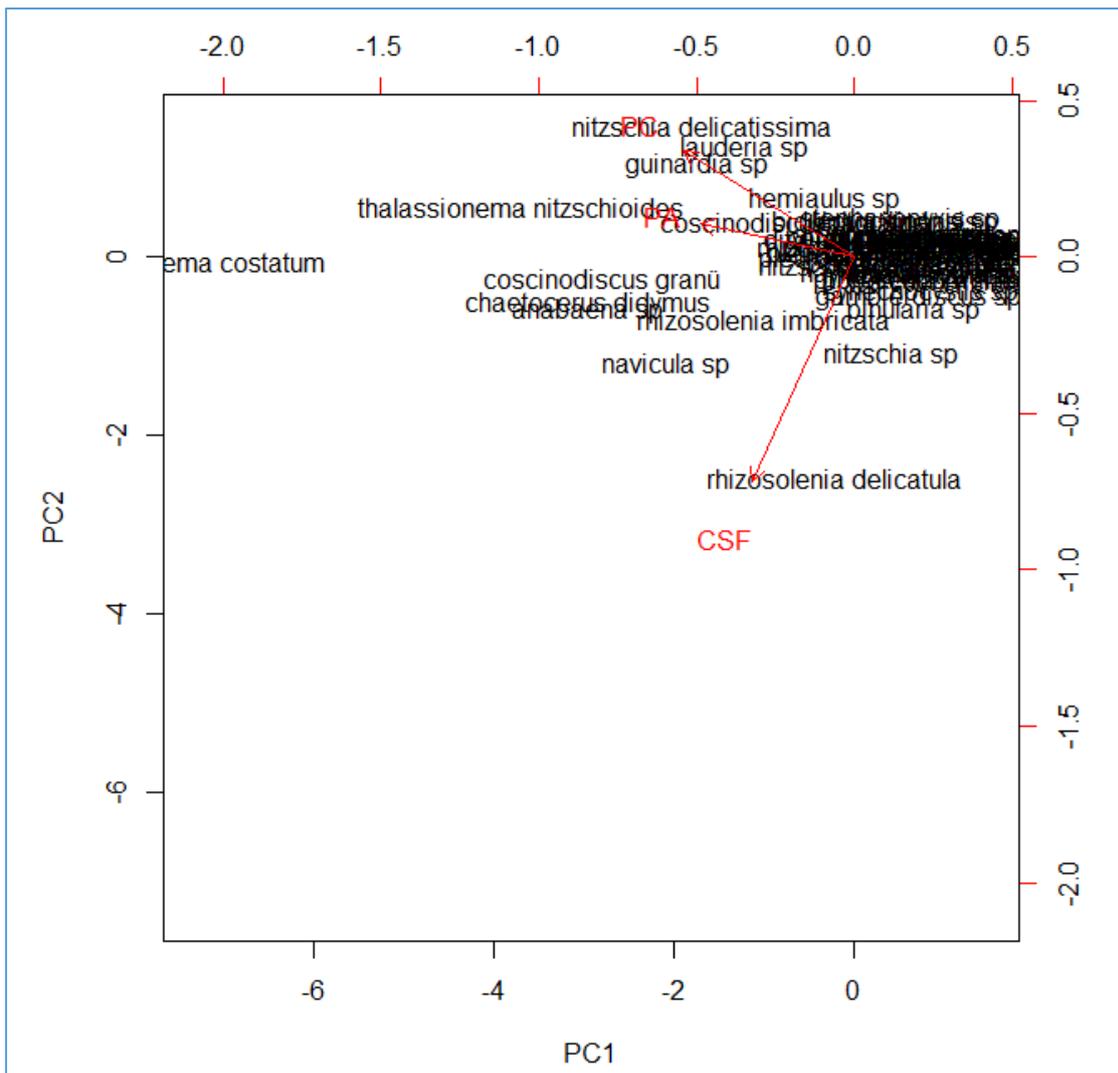


Figura 10: Análisis de Componentes Principales (ACP) de abundancia y ensenadas

El resultado del gráfico evidencia que no existe una agrupación clara, se nota un grupo con la mayoría de especies y unas pocas que están relacionadas en cada una de las ensenadas. En la Figura 10 se aprecia también que, *Rhizosolenia delicatula* está asociada exclusivamente al Cabo San Francisco; mientras que, *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides*, *Nitzschia delicatissima*, *Guinardia sp* y *Lauderia sp* representan las especies más relacionadas con los puertos Comercial y Artesanal. *Skeletonema costatum* no presenta una asociación exclusiva a las ensenadas

CAPÍTULO 3: DISCUSIÓN

El presente estudio realizado en tres ensenadas de la provincia de Esmeraldas, se llevó a cabo para determinar las características de las poblaciones de fitoplancton en cada una de ellas y establecer si existen diferencias entre las mismas.

En primer término, se realizó el análisis ambiental de las ensenadas con base en observaciones de la temperatura y del pH. En el Cabo San Francisco, la temperatura media del nivel de profundidad varió entre 25,1 °C y 28,7 °C, mientras que el pH se ubicó entre 7,83 y 8,95; por otra parte, a nivel de superficie, la temperatura osciló entre 25,1 °C y 27,9 °C, y el pH entre 7,83 y 8,95. Los valores están dentro de los rangos esperados para estos ecosistemas; de acuerdo con el estudio de Hidalgo (2016), sobre el estado ecológico de fondos marinos en Esmeraldas, la temperatura del agua de la costa oscila entre los 17 y 28 °C; por otra parte, contrasta con valores de pH encontrados en el estudio de González y González (2016), en el cual se determinó que los valores en la costa de Manta oscilan entre 6 y 8, mientras que en el presente estudio no se registraron valores por debajo de 7.

La localización y el nivel son factores que no interactúan sobre la temperatura y el pH, p-valores de 0.4397 y 0.7913, respectivamente; con ello es posible considerar que las condiciones físicas de las ensenadas no se encuentran afectadas por cambios en las características de localización o nivel; esto puede estar relacionado con la profundidad total de las ensenadas de la investigación.

En general, las temperaturas más bajas se registraron en el mes de febrero, en todas las ensenadas tanto a nivel de profundidad como en superficie; mientras que, las temperaturas más altas fueron observadas en los meses de abril y mayo. Debido, posiblemente, a que febrero se identifica dentro del período de bajas temperaturas marinas en la costa ecuatoriana, además, el impacto del cambio climático puede estar generando nuevas condiciones físico-químicas en el ecosistema marino. Según García Asencio (García Asencio, 2015), se ha determinado que las bajas temperaturas en las aguas generan mayor capacidad de saturación para el oxígeno en comparación con las aguas cálidas, contribuyendo al establecimiento de mejores condiciones y mayor producción de fitoplancton.

Los registros de pH fueron más altos en el mes de febrero para el nivel de profundidad en todas las ensenadas y, en el nivel superficie, en el mes de marzo para el Cabo San Francisco, abril en el Puerto Comercial y febrero en el Puerto Artesanal; mientras que, los valores de pH más bajos variaron entre marzo y mayo. Sin embargo, no se encontró relación estadística significativa entre las condiciones físico-químicas y la abundancia de especies en las ensenadas (p-valor > 0.05).

En total, se identificaron 22.163 individuos de fitoplancton en las tres ensenadas; 15,1% de ellos corresponden al Cabo San Francisco, 34,7% al Puerto Artesanal y 50,3% al Puerto Comercial. Los valores altos de abundancia mostrados por los puertos Artesanal y Comercial pueden estar relacionado con el tránsito de embarcaciones, las cuales producen arrastre de las aguas, influyendo en las condiciones del ecosistema. Esto produce mayor capacidad de resistencia, adaptación y reproductiva de ciertas especies de fitoplancton.

El Cabo San Francisco fue la ensenada que presentó mayor riqueza de especies, posiblemente debido a que es la ensenada que menos uso presenta y las condiciones pueden ser mejores para la diversidad, que las otras ensenadas. Basilio Soria (2014) halló 21 especies fitoplanctónicas distintas en Salinas Yacht Club, Bahía de Santa Elena, valor inferior encontrado en CSF posible debido al uso que presenta esta zona

En cuanto a la riqueza entre niveles, se encontró que el Cabo San Francisco presenta los valores más bajos y más altos registrados del número de especies diferentes, siendo 7 en el nivel profundidad en mayo, y 20 especies en febrero, cuando se registraron las temperaturas más bajas. Por el contrario, para el nivel superficie se observó que el Puerto Artesanal registró el menor número de especies para este nivel con 10 y el Puerto Comercial el máximo con 17; esto representa un rango más estrecho que lo registrado para el Cabo San Francisco, pudiendo relacionarse con la actividad de cada ensenada, ya que el tránsito marítimo en los puertos Artesanal y Comercial puede generar cambios en las estructuras de las comunidades de fitoplancton.

En las tres ensenadas se encontró que un reducido número de especies fueron abundantes como se puede ver en las figuras 2 a 5; sin embargo, es notorio que en los puertos con mayor uso el nivel de abundancia fue más evidente. En el Cabo San Francisco las especies *Rhizosolenia delicatula*, *Skeletonema costatum* y *Anabaena sp* muestran los mayores porcentajes con 29,4%, 14,4% y 8,1%, respectivamente; en el Puerto Comercial se observó la mayor abundancia en *Skeletonema costatum*, *Thalassionema costatum* y *Nitzschia delicatissima*, con el 53,0%, 7,4% y 6,0%, respectivamente; mientras que en el Puerto Artesanal se presentó una abundancia relativa predominante en las especies *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides* y *Anabaena sp*, con el 55,6%, 7,2% y 6,1%.

En el nivel profundidad del Cabo San Francisco se encontró que las especies más frecuentes son *Rhizosolenia delicatula*, *Skeletonema costatum* y *Navicula sp*; en el nivel superficie se identificaron como las más abundantes la *Skeletonema costatum*, *Rhizosolenia delicatula*,

Chaetocerus didymus. En el Puerto Comercial se determinó que las especies más frecuentes fueron: *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides* y *Nitzschia delicatissima*, mientras que en el Puerto Artesanal las más frecuentes fueron *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides* y *Anabaena sp.* En las tres ensenadas prevalece la *Skeletonema costatum*, mientras que en los puertos comercial y artesanal se observa en conjunto con la *Thalassionema nitzschioides*.

Torres *et al.* (2017), realizaron un estudio taxonómico del fitoplancton en el Golfo de Guayaquil durante el período 2013-2015, se encontró que las especies más recurrentes fueron: *Skeletonema costatum*, *Nitzschia longissima*, *Chaetoceros curvisetus*, *C. affinis* y *C. didymus*; los investigadores encontraron 166 especies a lo largo del período del estudio, en un total de 238 muestras que fueron tomadas en siete (7) niveles de profundidad; además, el número total se encontró dependiente del nivel de profundidad y del año de estudio, demostrando una influencia de la temporalidad; por otra parte, a nivel subsuperficial, disminuyó el número de especies, sugiriendo que el número de especies se reduce en la medida en que el nivel de profundidad aumenta.

En contraste, otras áreas de la costa ecuatoriana han mostrado mayor presencia de otras especies, por ejemplo, en el estudio realizado por Torres-Chuquimarca (2017), donde se analizó la comunidad de fitoplancton de la costa ecuatoriana, se encontró que las especies *N. longissima*, *Nitzschia sp.*, *P.pungens* y *S.membranace* estaban presentes en varios niveles de profundidad (hasta los 50 m) y en la superficie. Basilio Soria (2014) determinó que las especies dominantes en la Bahía de Santa Elena son *Rhizosolenia alata*, *Rhizosolenia imbricata* y *Coscinodiscus excentricus*, considerando que estas especies tienden a tolerar cambios bruscos en el ecosistema marino.

Martínez, Padilla, Fernández y Yépez (2016) desarrollaron un estudio en dos playas de Esmeraldas: Las Palmas y Estero de Plátano, en el cual se realizó la identificación y el recuento del fitoplancton empleando el método de Utermöhl. Allí se identificaron 16 géneros de fitoplancton, presentándose especies neríticas, siendo la *Coscinodiscus sp.* el género que presentó mayor frecuencia en la playa de Las Palmas; mientras que, en la Playa de Estero de Plátano se observó un total de 15 géneros, con una mayor abundancia en el tipo *Pleurosigma sp.*; se encontró una significativa diferencia entre los puntos de muestreo, en los cuales dominaba el género *Skeletonema sp.* Torres-Chuquimarca (2017) halló que la *Nitzschia longissima* fue la especie más recurrente y de mayor densidad algal que el resto de diatomeas; además, en Esmeraldas se registraron dos máximos, en abril 2014 desde 0 a 30 m y en 2015 cuando solo fue superficial.

De acuerdo con el índice de Shannon–Wiener (H'), en el Cabo San Francisco se encontraron los valores más altos, representando mayores niveles de diversidad y, a la vez, mayor homogeneidad de especies que en las otras ensenadas; los valores más bajos se registraron en el Puerto Artesanal, aunque cercanos a los del Puerto Comercial, por lo que pocas especies tienen abundancias altas. La diversidad de Simpson D'_{si} se pueden interpretar como un valor de probabilidad, refiere que existe mayor probabilidad de dominancia de una o pocas especies en el Puerto Artesanal y menor dominancia en el Cabo San Francisco.

En este sentido, el Cabo San Francisco representa el tipo de ensenada con menor afectación ecológica, dado que sus índices de diversidad son, en general, más altos que los determinados en los puertos comercial y artesanal. Torres-Chuquimarca (2017) determinó que el índice de diversidad de Shannon–Wiener osciló entre 1.06 y 4.46 en la costa ecuatoriana, siendo el índice en Esmeraldas de 2.8, lo que registra una diversidad intermedia. Este valor es consistente con los valores determinados para el Cabo San Francisco, pero contrasta con lo presentado en el Puerto Comercial y en el Puerto Artesanal. Sin embargo, se debe considerar que este estudio está basado en cuatro replicas mensuales, es decir no se tiene el registro de la temporalidad de un año completo y solo en dos niveles de profundidad.

El Cabo San Francisco posee el mayor valor de índice beta de Whittaker (0.423077), representando la ensenada con mayor cambio en la composición de las especies a lo largo del gradiente de la ensenada; luego se tiene el Puerto Comercial con 0.363636, y en tercer puesto el Puerto Artesanal, el cual tiene una beta de 0.128205, por lo que constituye la ensenada con menor cambio de composición de especies. De acuerdo con Pérez-Hernández y Zaragoza-Caballero (2015), el índice Beta tiene implícitos diversos fenómenos que se relacionan con la estructura de un ensamble y se caracteriza por dos procesos que inician la variación en la composición de especies, los cuales son: las diferencias respecto a la riqueza de especies y el reemplazamiento de las mismas.

Por otra parte, el análisis de componentes principales permitió establecer que la *Rhizosolenia delicatula* es la especie con mayor abundancia relativa y representatividad en el Cabo San Francisco, mientras que las especies: *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides*, *Nitzschia delicatissima*, *Guinardia sp* y *lauderia sp* son las especies con mayor asociación a los puertos Comercial y Artesanal, aunque no de manera determinante, ya que se presenta confusión con otras especies.

El análisis de clúster jerárquicos, permitió determinar que las comunidades de fitoplancton constituyen dos grupos en cuanto a las estructuras por ensenadas, siendo el Cabo San Francisco

un tipo y el conjunto formado por el Puerto Artesanal y el Puerto Comercial otro tipo, siendo semejantes en sus estructuras. Por otra parte, el dendograma ayudó a visualizar y definir dos grandes grupos respecto a la abundancia de las especies; el primero, definido por la especie *Skeletonema Costatum*, la cual se encuentra con mayor abundancia en los puertos Artesanal y Comercial, en tanto que el resto mantienen rasgos de similitudes en cuanto a la abundancia de sus comunidades.

La intervención del ser humano en los ecosistemas marinos influye de alguna manera en los factores y condiciones ambientales; esto puede alterar el comportamiento de las especies de fitoplancton, por consiguiente, al ser estos indicadores de la calidad del agua, se pueden obtener mediciones sesgadas o alteradas si no se consideran todos los factores que se relacionan con estos cambios, así como mediante la clasificación adecuada de la ensenada o sitio en el espacio marino.

La medición de comunidades de fitoplancton sirve para monitorear la calidad del ecosistema marino, en función de las perturbaciones detectadas en las densidades de especies seleccionadas; de esta manera, la pérdida de calidad se relaciona con la disminución de la comunidad y, por consiguiente, con la magnitud de la afectación del ecosistema por la intervención del ser humano (Torres et al., 2017).

Por otra parte, la movilidad y el desplazamiento son características necesarias e importantes para la propagación de las células, lo cual es aprovechado por estas para reproducirse y dispersarse; de manera tal, las corrientes marinas les permite el traslado hacia lugares ricos en nutrientes, condiciones de temperatura y otros factores fisicoquímicos para su desarrollo, lo que les brinda una ventaja ecológica al poder vivir en zonas inestables (Martínez et al., 2016). En este sentido, los cambios ambientales influyen en las variaciones poblacionales de fitoplancton, siendo favorecidas también por el flujo de embarcaciones.

La evaluación del comportamiento de las comunidades de fitoplancton permite evidenciar el nivel de conservación del ecosistema marino costero localizado; así mismo, la implementación de los equipos adecuados, la periodicidad en el monitoreo y el análisis oportuno de la información generada contribuyen a la caracterización e identificación de cambios en la biodiversidad marina, con lo cual se pueden tomar decisiones oportunas orientadas a la protección y conservación del ecosistema marino costero.

La *Skeletonema costatum* se comporta como una especie dominante e indicadora, debido a su capacidad de tolerancia ante los factores contaminantes, tales como los metales presentes en el agua por el paso de embarcaciones. Por otra parte, hay especies sensibles a los efectos

contaminantes, lo cual puede explicar la diferencia en el número de especies en los puertos Artesanal y Comercial, en comparación con el Cabo San Francisco, el cual ha recibido menor impacto por la intervención del ser humano. En este orden de ideas, Nannavecchia (2016), asevera en su tesis doctoral que, la distribución cuantitativa de las especies, así como su caracterización en términos cualitativos sugiere indicadores basados en estados de preferencia o de tolerancia, respecto a la presencia de compuestos químicos, orgánicos o de otra índole presentes en el ecosistema marino.

Vélez-Azañero *et al.* (2016) determinaron que algunas especies son tolerantes a la alta polución orgánica o a la contaminación, tales como *Navicula tripunctata* y *Oscillatoria sp.* en lugares alejados de la costa, mientras que en los sitios cercanos a desembocaduras se observaron especies tolerantes a metales pesados como las *Gomphonema parvulum* y *Navicula sp.*

En este orden de ideas, de acuerdo con Vélez-Azañero *et al.* (2016), las microalgas son consideradas importantes como especies indicadoras en ambientes continentales acuáticos, dada su tolerancia y sensibilidad a los diversos cambios ambientales y ciclos biológicos reducidos.

Como se pudo apreciar, las poblaciones de fitoplancton pueden variar según las condiciones ambientales del espacio marino-costero, tanto por efectos naturales como por la intervención del ser humano. En este sentido el fenómeno El Niño (EN) afectaría mucho debido a que es un evento atmosférico o climático que ocasiona el incremento de la temperatura de la superficie marina a lo largo del Pacífico ecuatorial, afectando los ecosistemas de las costas de Chile, Perú, Ecuador, Colombia, Centroamérica y México; mientras que, por el contrario, La Niña (LN) provoca la disminución de la temperatura de la superficie marina en las mismas áreas (Calvo Vargas, Boza Abarca, & Berrocal Artavia, 2014).

CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación analizó el comportamiento de las poblaciones de fitoplancton de tres ensenadas de la provincia de Esmeraldas: Cabo San Francisco, Puerto Comercial y Puerto Artesanal, durante el período febrero–mayo de 2019. Los datos recopilados permitieron construir resultados consolidados y llegar a las siguientes conclusiones:

Las temperaturas observadas fueron más bajas en febrero y más altas en abril y mayo; así mismo, variaron según el tipo de ensenada, la más baja y la más alta fueron registradas en el Puerto Comercial; el pH fue más alto en febrero y más bajo en marzo y mayo. El mes con mayor cantidad de individuos de la comunidad de fitoplancton fue abril, mientras que las más bajas se observaron en mayo.

Las especies más comunes en el nivel profundidad de las zonas de estudio fueron: *Nitzschia Delicatissima*, *Rhizosolenia delicatula*, *Rhizosolenia imbricata*, *Skeletonema costatum* y *Thalassionema nitzschioides*; mientras que, por otra parte, en la superficie se encontraron como las más frecuentes: *Anabaena sp*, *Chaetocerus didymus*, *Rhizosolenia delicatula*, *Skeletonema costatum* y *Thalassionema nitzschioides*.

Los índices de diversidad de Simpson y Shannon–Wiener fueron útiles para determinar el nivel de biodiversidad en cada ensenada y en los niveles de profundidad y superficie, según lo cual el Cabo San Francisco presenta los valores más altos, representando la mayor diversidad y conservación, en comparación con el Puerto Comercial y el Puerto Artesanal, este último muestra bajos niveles de diversidad de especies de fitoplancton. Por lo tanto, el uso que se hace sobre cada ensenada afecta potencialmente la diversidad y las poblaciones del ecosistema.

El Cabo San Francisco tiene el mayor índice beta de las tres ensenadas, representando el mayor cambio en la composición de las especies a lo largo del gradiente de la ensenada, mientras que el Puerto Artesanal tiene el menor.

Las especies *Rhizosolenia delicatula* tiene la comunidad más abundante y representativa en el Cabo San Francisco, en tanto que la *Skeletonema costatum*, *Thalassionema nitzschioides*, *Nitzschia delicatissima*, *guinardia sp* y *lauderia sp* son las especies con mayor dominancia y abundancia relativa los puertos Comercial y Artesanal.

La aplicación de técnicas como el Análisis de Componentes Principales (ACP), así como la visualización de datos a través del dendograma y el diagrama de coordenadas de componentes son muy útiles para determinar si existen especies con alta representatividad dentro de cada ensenada. Estos análisis permitieron identificar a la *Skeletonema costatum* como una especie dominante e indicadora, lo cual se relaciona con su capacidad de tolerancia ante los factores contaminantes.

No existe asociación estadística significativa entre las condiciones de pH y temperatura, respecto a la abundancia de especies dado que los valores p son superiores a 0,05; por lo tanto, se presume que son otros los factores que se relacionan con los cambios en el número de individuos y de especies de fitoplancton en las tres ensenadas estudiadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abraira, V., & Pérez de Vargas, A. (1996). *Métodos Multivariantes en Bioestadística*. Madrid, España: Ed. Centro de Estudios Ramón Areces.
- Alvelal, K., Ferrario, M., Oliveira, E., & Sar, E. (1995). *Manual de Métodos Ficológicos. Metodología Básica para el estudio de Fitoplancton con especial referencia a las Diatomeas*. Concepción, Chile: Universidad de Concepción.
- Autoridad Portuaria Esmeraldas. (2018). Puerto Comercial de Esmeraldas, Mesa de Ayuda [Institucional]. Recuperado 29 de octubre de 2018, de <http://www.puertoesmeraldas.gob.ec/index.php/el-puerto/ubicacion-estrategica>
- Ávila Pérez, H., García Ibañez, S., & Rosas-Acevedo, J. L. (2015). Análisis de Componentes Principales, como herramienta para interrelaciones entre variables fisicoquímicas y biológicas en un ecosistema léntico de Guerrero, México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 2(3), 43-53. Recuperado de <http://www.reibci.org/publicados/2015/mayo/0900106.pdf>
- Basilio Soria, V. L. (2014). *Distribución y abundancia del fitoplancton (diatomeas y dinoflagelados) en la Bahía de Santa Elena (Salinas-Ecuador) de julio-diciembre del 2013* (Tesis de Grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE)). Recuperado de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/1474/1/BASILIO%20SORIA%20VAN%20LISETH.pdf>
- Calvo Vargas, E., Boza Abarca, J., & Berrocal Artavia, K. (2014). Efectos de El Niño y La Niña sobre el comportamiento del microfitorplancton marino y las variables fisicoquímicas durante el 2008 a 2010 en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *REVMAR*, 6, 115-133. <https://doi.org/10.15359/revmar.6.8>
- Capacidades Locales en Agua y Saneamiento en Esmeraldas - CLASE. (2016). *Diagnóstico de Vulnerabilidad de los Cantones Muisne y Rioverde ante el Cambio Climático en un contexto del Derecho Humano al Agua y al Saneamiento* (p. 96) [Informe Institucional]. Recuperado de https://www.protos.ngo/sites/default/files/clase_2016.pdf
- Ferrario, M., Sar, E., & Sala, S. (1995). Metodología básica para el estudio del fitoplancton con especial referencia a las diatomeas. En *Manual de Métodos Ficológicos* (pp. 1-23). Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Eugenia_Sar/publication/233742221_Metodologia_basica_para_el_estudio_del_fitoplancton_con_especial_referencia_a_las_diatomeas/links/02bfe512ebf31c4316000000.pdf
- Fontenla, J. L. (2018). Entre diversidades ecológicas. *Poeyana*, 507, 23-39. Recuperado de <http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/2426/3/Entre%20Diversidades%20Ecol%C3%B3gicas.pdf>

- García Asencio, D. E. (2015). *Parámetros abióticos y su relación con la abundancia de fitoplancton frente a Puerto López—Ecuador (2011-2012)* (Tesis de Maestría, Universidad de Guayaquil). Recuperado de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11643/1/GARC%C3%8DA%20D.%202015_TESIS_POSGRADO.pdf
- García, J. M., Sarmiento, L. F., Rodríguez, M. S., & Porras, L. S. (2017). Uso de bioindicadores para la evaluación de la calidad del agua en ríos: Aplicación en ríos tropicales de alta montaña. Revisión corta. *UGCiencia*, 23, 47-62. <https://doi.org/10.18634/ugcj.23v.0i.659>
- González Arteaga, C. E., & González Arteaga, H. Y. (2016). Evaluación química y biológica de la playa de «Los Esteros» en la ciudad de Manta. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 23(1), 47–52. <https://doi.org/10.17163/lgr.n23.2016.05>
- Hidalgo Vera, Á. K. (2016). *Estado ecológico de fondos marinos blandos en las inmediaciones de Esmeraldas, año 2016* (Tesis de Grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador). Recuperado de <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/898/1/HIDALGO%20VERA%20%20ANGEL%20KLEVER.pdf>
- Kindt, R. (2019). *Package 'BiodiversityR'. Package for Community Ecology and Suitability Analysis* (N.º Version 2.11-2). Recuperado de <https://cran.r-project.org/web/packages/BiodiversityR/BiodiversityR.pdf>
- Martínez, K. C., Padilla, K. B., Fernández, H. S., & Yépez, J. B. (2016). Caracterización ambiental de la comunidad fitoplanctónica en las playas de Atacames y Estero del Plátano, Esmeraldas, Ecuador. *Revista de la Escuela de Gestión Ambiental PUCESE*, 7(13), 12-17.
- Mora-Donjuán, C. A., Burbano-Vargas, O. N., Méndez-Osorio, C., & Castro-Rojas, D. F. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (*Quercus L.*) en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 14(35), 68-75. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v14i35.3154>
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (Vol. 1). Recuperado de <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Nannavecchia, P. S. (2016). *Contaminación antrópica de los cuerpos de agua. Estudio de su efecto sobre organismos del fitoplancton a escala ecológica y de bioensayos de laboratorio* (Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires). Recuperado de https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n6085_Nannavecchia.pdf
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA. (2015). *Instrumentos básicos para la fiscalización ambiental* (p. 56). Recuperado de Ministerio del Ambiente (Perú) website: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13978
- Pérez-Hernández, C. X., & Zaragoza-Caballero, S. (2015). Diversidad alfa y beta de Cantharidae (Coleoptera) en el bosque tropical caducifolio de la vertiente del Pacífico mexicano.

Revista Mexicana de Biodiversidad, 86(3), 771-781.
<https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.07.001>

Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/339/33911906.pdf>

Prado-España, M., Troccoli-Ghinaglia, L., & Cajas-Flores, J. (2017). Análisis del estado trófico y microfitoplancton de la zona costera de la provincia del Guayas, Ecuador. *Bulletin of Marine and Coastal Research*, 46(2), 91-114.
<https://doi.org/10.25268/bimc.invemmar.2017.46.2.729>

Reguera, B., Alonso, R., Moreira, A., & Méndez, S. (2011). *Guía para el diseño y puesta en marcha de un plan de seguimiento de microalgas productoras de toxinas* (N.º 59; p. 65). Recuperado de UNESCO, Comisión Oceanográfica Intergubernamental website: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002145/214510s.pdf>

Rojas-Cairampoma, M. (2015). Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 16(1), 1-14. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/636/63638739004.pdf>

Singh Ghuman, S. (2016). Clustering Techniques- A Review. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 5(5), 524-530. Recuperado de <https://www.ijcsmc.com/docs/papers/May2016/V5I5201699a5.pdf>

Thronsen, J. (1978). Preservation and storage. En A. Soumia (Ed.), *Phytoplankton manual* (pp. 69-74). Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0003/000307/030788eo.pdf>

Torres, G., Recalde, S., Narea, R., Renteria, W., & Troccoli, L. (2017). Variabilidad espacio-temporal del fitoplancton y variables oceanográficas en El Golfo de Guayaquil durante el 2013-15. *Instituto de Investigación FIGMMG-UNMSM*, 20(40), 70-79. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/ebfa/c9458254ccc26127bee44edbd66ab7bfdeb1.pdf>

Torres-Chuquimarca, G. M. (2017). *Evaluación del fitoplancton como un mecanismo preventivo a la ocurrencia de bloom algal frente a las costas de Esmeraldas, Manta, La Libertad y Puerto Bolívar en Ecuador 2013-2015* (Tesis Doctoral, Universidad Nacional Mayor de San Marcos). Recuperado de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/6695/Torres_chg.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vélez-Azañero, A., Lozano, S., & Cáceres-Torres, K. (2016). Diversidad de fitoplancton como indicador de calidad de agua en la Cuenca Baja del Río Lurín, Lima, Perú. *Ecología Aplicada*, 15(2), 69-79. <https://doi.org/10.21704/rea.v15i2.745>

ANEXOS

Anexo 1: Puerto Comercial de Esmeraldas



Fuente: Google Maps

Anexo 2: Puerto Pesquero Artesanal de Esmeraldas



Fuente: Google Maps

Anexo 3: San Francisco (Muisne)



Fuente: Google Maps

Anexo 4: Fotografías de las especies



Ilustración 1.- Pleurosigma heros



Ilustración 2.- Amphisolenia bidentata

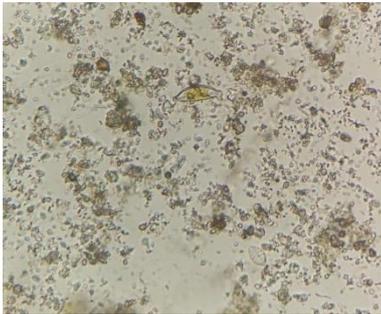


Ilustración 3.- Amphora graeffi

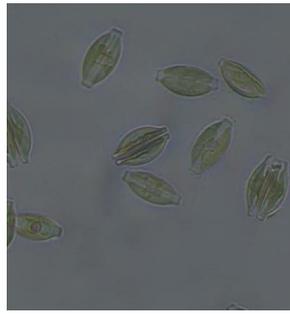


Ilustración 4.- Amphora sp

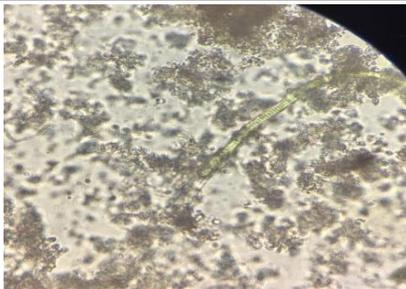


Ilustración 5.- Anabaena sp



Ilustración 6.- Asterionellopsis sp



Ilustración 7.- Biddulphia regia



Ilustración 8.- Biddulphia sinensis



Ilustración 9.- Ceratium candelabrum



Ilustración 10.- Ceratium trichocerus



Ilustración 11.- Chaetoceros cinctus

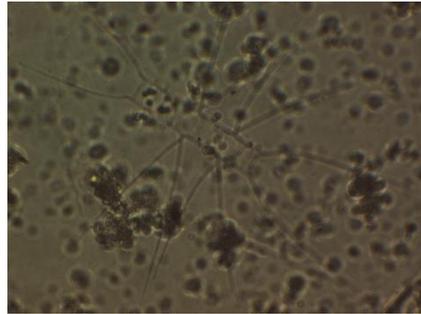


Ilustración 12.- Chaetoceros didymus

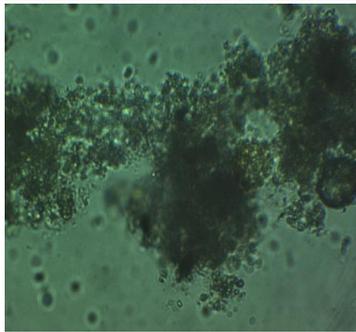


Ilustración 13.- Coelosphaerium sp

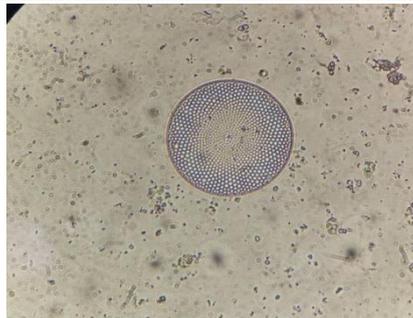


Ilustración 14.- Coscinodiscus granii



Ilustración 15.- Coscinodiscus radiatus

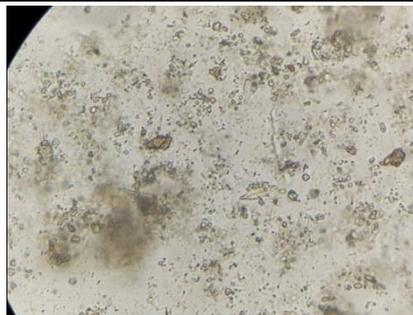


Ilustración 16.- Cymbella

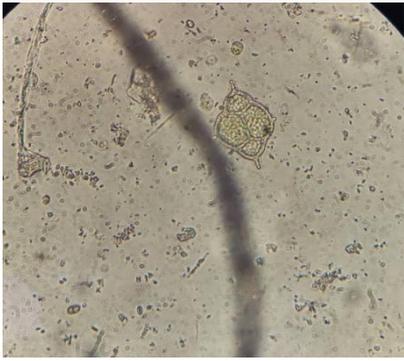


Ilustración 17.- Dictyocha fibula



Ilustración 18.- Diploneis bombus



Ilustración 19.-Ditylum brightwellii

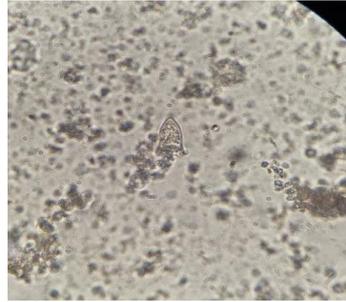


Ilustración 20.- Favella azorica

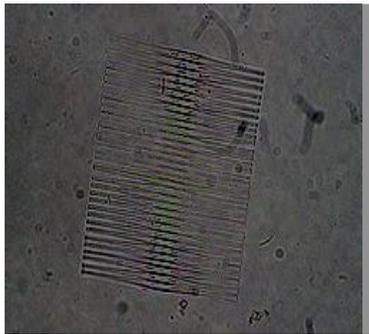


Ilustración 21.- Fragilaria sp

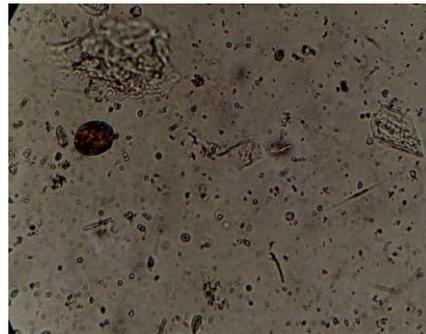


Ilustración 22.- Gambierdiscus



Ilustración 23.- Guinardia

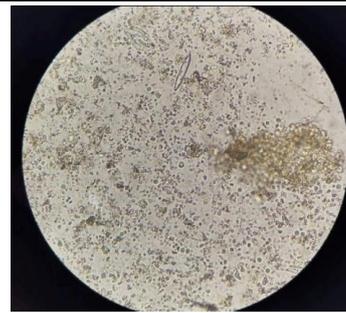


Ilustración 24.- Hantzschia virgata

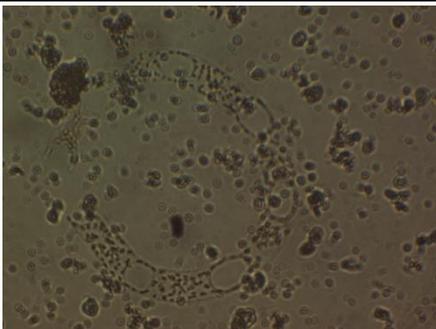


Ilustración 25.- Hemiaulus sinensis

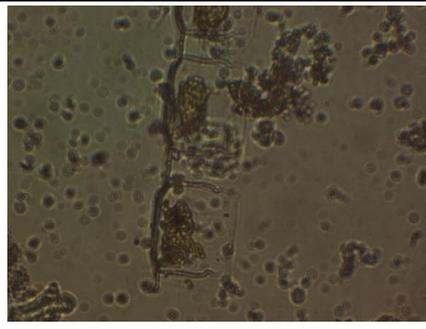


Ilustración 26.- Lauderia sp

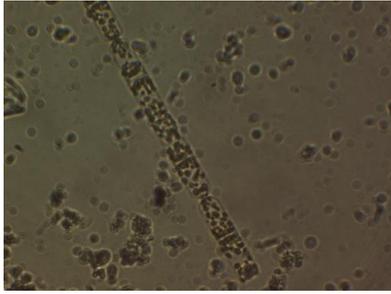


Ilustración 27.- Leptocylindrus sp



Ilustración 28.- Licmophora sp

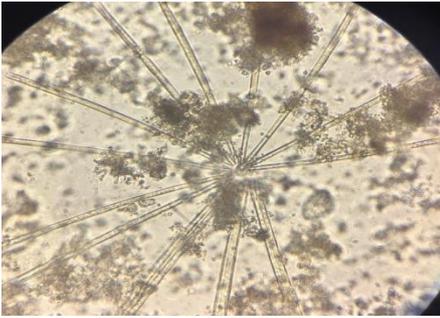


Ilustración 29.- Lioloma sp

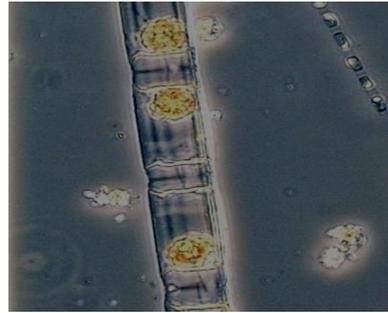


Ilustración 30.- Lithodesmium sp

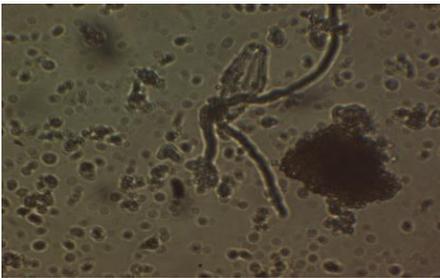


Ilustración 31.- Navicula brasiliensis

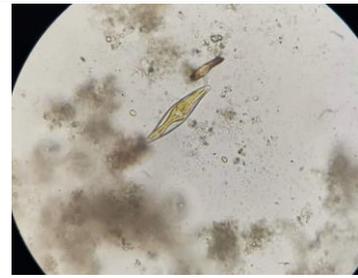


Ilustración 32.- Navicula sp



Ilustración 33.- Nitzschia sp

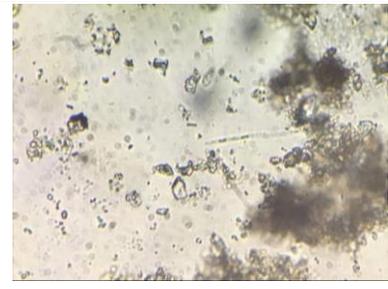


Ilustración 34.- Nitzschia delicatissima



Ilustración 35.- Nitzschia longuissima

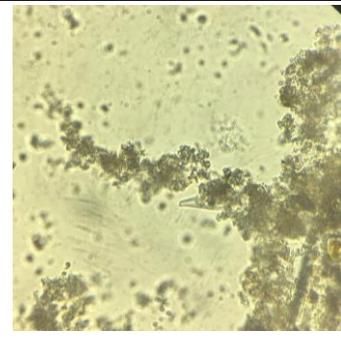


Ilustración 36.- Nitzschia navicularis

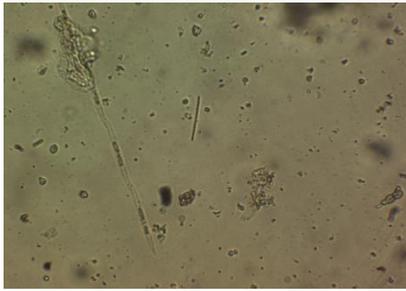


Ilustración 37.- Nitzschia setigera



Ilustración 38.- Pinnularia sp

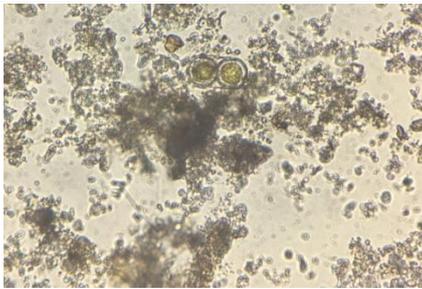


Ilustración 39.- Pixydicula criciata



Ilustración 40.- Pleurosigma nicobaricum

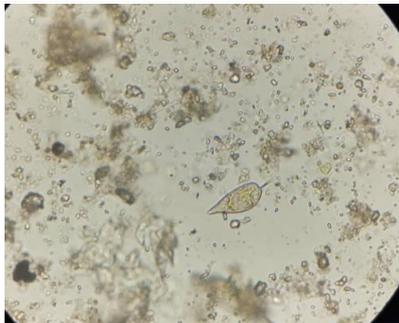


Ilustración 41.- Prorocentrum lima

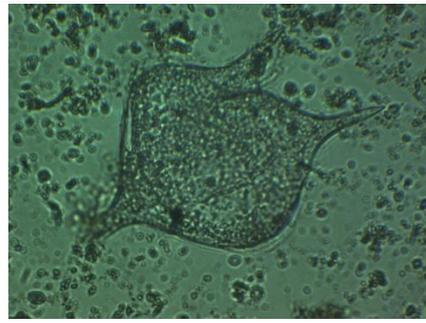


Ilustración 42.- Protoperidinium oceanicum



Ilustración 43.- Pseudoanabaena sp



Ilustración 44.- Rhizosolenia imbricata



Ilustración 45.- Rhizosolenia alata



Ilustración 46.- Rhizosolenia delicatula

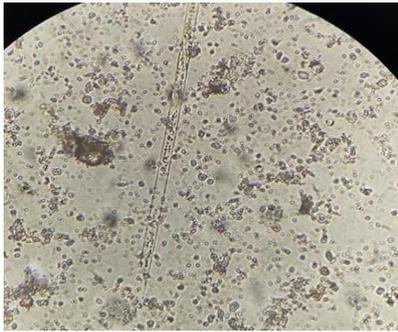


Ilustración 47.- Rhizosolenia hebetata

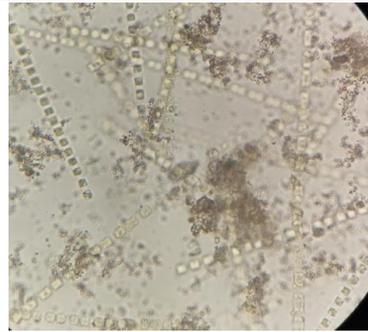


Ilustración 48.- Skeletonema costatum

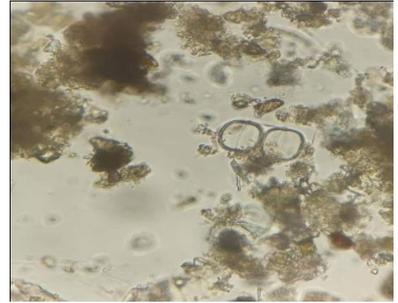


Ilustración 49.- Stephanopyxis sp

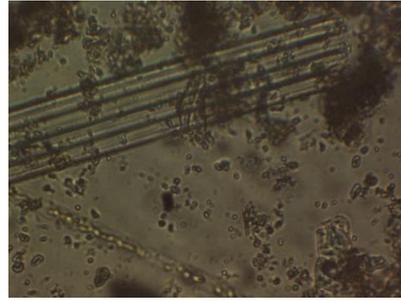


Ilustración 50.- Synedra sp



Ilustración 51.- Thalassionema nitzschioides

Anexo 5: Listado de especies observadas en todas las ensenadas

1	<i>Amphisolenia bidentata</i>	27	<i>Lioloma sp</i>
2	<i>Amphora graeffi</i>	28	<i>Lithodesmium sp</i>
3	<i>Amphora sp</i>	29	<i>Navicula brasiliensis</i>
4	<i>Anabaena sp</i>	30	<i>Navicula sp</i>
5	<i>Asterionellopsis sp</i>	31	<i>Nitzschia delicatissima</i>
6	<i>bidulphia sinensis</i>	32	<i>Nitzschia longuissima</i>
7	<i>Ceratium candelabrum</i>	33	<i>Nitzschia navicularis</i>
8	<i>Ceratium trichoceros</i>	34	<i>Nitzschia sp</i>
9	<i>Chaetoceros cinctus</i>	35	<i>Pinularia sp</i>
10	<i>Chaetocerus didymus</i>	36	<i>Pixydicula criciata</i>
11	<i>Coelosphaerium sp</i>	37	<i>Pleurosigma heros</i>
12	<i>Coscinodiscus granii</i>	38	<i>Pleurosigma nicobaricum</i>
13	<i>Coscinodiscus radiatus</i>	39	<i>Prorocentrum lima</i>
14	<i>Cymbella sp</i>	40	<i>Protoperidinium oceanicum</i>
15	<i>Dictyocha fibula</i>	41	<i>Pseudoanabaena</i>
16	<i>Diploneis bombus</i>	42	<i>Pyxidicua cruciata</i>
17	<i>Ditylium brightwellii</i>	43	<i>Rhizosolenia alata</i>
18	<i>Favalla azorica</i>	44	<i>Rhizosolenia delicatula</i>
19	<i>Fragilaria sp</i>	45	<i>Rhizosolenia hebretata</i>
20	<i>Gambierdiscus sp</i>	46	<i>Rhizosolenia imbricata</i>
21	<i>Guinardia sp</i>	47	<i>Skeletonema costatum</i>
22	<i>Hantzschia virgata</i>	48	<i>Stephanopyxis sp</i>
23	<i>Hemiaulus sp</i>	49	<i>Synechocystis sp</i>
24	<i>Lauderia sp</i>	50	<i>Synedra sp</i>
25	<i>Leptocilindrus sp</i>	51	<i>Thalassionema costatum</i>
26	<i>Licmophora sp</i>	52	<i>Thalassionema nitzschioides</i>

Anexo 6: Resumen de conteo total de especies en ambos muestreos por meses, según ensenadas y puntos de muestreo

Localización	Punto	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Promedio
CSF	Punto 1	377	209	427	108	280
	Punto 2	807	362	877	169	554
	Promedio	526,3	276,7	1.066,3	168,0	509,3
PA	Punto 1	1.540	393	319	2.138	1.098
	Punto 2	1.160	346	375	1.409	823
	Promedio	1.350,0	369,5	347,0	1.773,5	960,0
PC	Punto 1	3.268	925	1.137	240	1.393
	Punto 2	1.121	826	2.556	1.074	1.394
	Promedio	2.194,5	875,5	1.846,5	657,0	1.393,4

Nota: Se totaliza el conteo inicial y de réplica

Fuente: Registro de muestreo de campo

Elaborado por: Mercedes Robles

Anexo 7: Total de individuos en ambos muestreos y temperatura por meses, según ensenadas, puntos de muestreo y nivel

Ensenada	Punto	Nivel	Mes	Individuos	Temperatura
CSF	Punto 1	Profundidad	Febrero	208	26,2
CSF	Punto 1	Profundidad	Marzo	74	27,6
CSF	Punto 1	Profundidad	Abril	196	28,4
CSF	Punto 1	Profundidad	Mayo	74	27,7
CSF	Punto 1	Superficie	Febrero	169	25,1
CSF	Punto 1	Superficie	Marzo	135	27,1
CSF	Punto 1	Superficie	Abril	231	26,9
CSF	Punto 1	Superficie	Mayo	34	27,6
CSF	Punto 2	Profundidad	Febrero	378	26,7
CSF	Punto 2	Profundidad	Marzo	148	27,8
CSF	Punto 2	Profundidad	Abril	653	28,2
CSF	Punto 2	Profundidad	Mayo	29	28,7
CSF	Punto 2	Superficie	Febrero	429	26,8
CSF	Punto 2	Superficie	Marzo	214	27,9
CSF	Punto 2	Superficie	Abril	224	27,9
CSF	Punto 2	Superficie	Mayo	140	27,5
PA	Punto 1	Profundidad	Febrero	873	24,0
PA	Punto 1	Profundidad	Marzo	115	28,0
PA	Punto 1	Profundidad	Abril	157	27,6
PA	Punto 1	Profundidad	Mayo	1.229	27,0
PA	Punto 1	Superficie	Febrero	667	25,0
PA	Punto 1	Superficie	Marzo	278	27,9
PA	Punto 1	Superficie	Abril	162	27,8
PA	Punto 1	Superficie	Mayo	909	27,8
PA	Punto 2	Profundidad	Febrero	802	21,0
PA	Punto 2	Profundidad	Marzo	229	26,0
PA	Punto 2	Profundidad	Abril	159	27,7
PA	Punto 2	Profundidad	Mayo	217	27,7
PA	Punto 2	Superficie	Febrero	358	26,2
PA	Punto 2	Superficie	Marzo	117	27,1
PA	Punto 2	Superficie	Abril	216	26,7
PA	Punto 2	Superficie	Mayo	1.192	27,2
PC	Punto 1	Profundidad	Febrero	678	18,8
PC	Punto 1	Profundidad	Marzo	235	24,3
PC	Punto 1	Profundidad	Abril	374	27,7
PC	Punto 1	Profundidad	Mayo	92	28,0
PC	Punto 1	Superficie	Febrero	2.590	26,6
PC	Punto 1	Superficie	Marzo	690	28,0
PC	Punto 1	Superficie	Abril	763	27,7
PC	Punto 1	Superficie	Mayo	148	27,9
PC	Punto 2	Profundidad	Febrero	902	19,2
PC	Punto 2	Profundidad	Marzo	441	27,5
PC	Punto 2	Profundidad	Abril	912	27,5

Ensenada	Punto	Nivel	Mes	Individuos	Temperatura
PC	Punto 2	Profundidad	Mayo	107	27,9
PC	Punto 2	Superficie	Febrero	219	26,0
PC	Punto 2	Superficie	Marzo	385	27,4
PC	Punto 2	Superficie	Abril	1.644	27,4
PC	Punto 2	Superficie	Mayo	967	27,2

Anexo 8: Comunidad promedio de fitoplancton (diatomeas) en nivel profundidad, ensenada Cabo San Francisco

Especies	Feb	Mar	Abr	May	Total	%	Prom.
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	0,0	0,0	236,5	0,0	237	34,9%	59,1
<i>Skeletonema costatum</i>	39,8	15,7	58,5	21,0	135	19,9%	33,7
<i>Navicula sp</i>	33,8	4,5	5,0	10,0	53	7,9%	13,3
<i>Anabaena sp</i>	42,0	0,0	0,0	5,5	48	7,0%	11,9
<i>Chaetocerus didymus</i>	0,0	15,0	21,0	0,0	36	5,3%	9,0
<i>Coscinodiscus granii</i>	9,0	11,0	9,0	0,0	29	4,3%	7,3
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	3,3	13,0	2,0	0,0	18	2,7%	4,6
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0,0	13,3	0,0	0,0	13	2,0%	3,3
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	0,0	8,5	0,0	0,0	9	1,3%	2,1
<i>Pinularia sp</i>	8,5	0,0	0,0	0,0	9	1,3%	2,1
<i>Nitzschia sp</i>	8,0	0,0	0,0	0,0	8	1,2%	2,0
<i>Gambierdiscus sp</i>	0,0	0,0	0,0	7,0	7	1,0%	1,8
<i>Navicula brasiliensis</i>	0,0	7,0	0,0	0,0	7	1,0%	1,8
<i>Pixydica criciata</i>	7,0	0,0	0,0	0,0	7	1,0%	1,8
<i>Pleurosigma nicobaricum</i>	2,0	3,0	2,0	0,0	7	1,0%	1,8
<i>Prorocentrum lima</i>	0,0	0,0	3,5	3,5	7	1,0%	1,8
<i>Synechocystis sp</i>	6,0	0,0	1,0	0,0	7	1,0%	1,8
<i>Rhizosolenia alata</i>	6,5	0,0	0,0	0,0	7	1,0%	1,6
<i>Coelosphaerium sp</i>	6,0	0,0	0,0	0,0	6	0,9%	1,5
<i>Nitzschia longuissima</i>	0,0	3,0	1,3	0,0	4	0,6%	1,1
<i>Thalassionema costatum</i>	0,0	0,0	0,0	4,0	4	0,6%	1,0
<i>Ditylium brightwellii</i>	2,0	1,5	0,0	0,0	4	0,5%	0,9
<i>Guinardia sp</i>	3,5	0,0	0,0	0,0	4	0,5%	0,9
<i>Amphora sp</i>	0,0	1,0	2,0	0,0	3	0,4%	0,8
<i>Dictyocha fibula</i>	1,0	1,0	0,0	0,0	2	0,3%	0,5
<i>Favalla azorica</i>	2,0	0,0	0,0	0,0	2	0,3%	0,5
<i>Pleurosigma heros</i>	2,0	0,0	0,0	0,0	2	0,3%	0,5
<i>Amphora graeffi</i>	0,0	0,0	0,0	1,7	2	0,2%	0,4
<i>Ceratium trichoceros</i>	1,0	0,0	0,0	0,0	1	0,1%	0,3
<i>Hemiaulus sp</i>	1,0	0,0	0,0	0,0	1	0,1%	0,3
<i>Protoperdinium oceanicum</i>	1,0	0,0	0,0	0,0	1	0,1%	0,3
Total	185,3	97,5	341,8	52,7	677	100,0%	169,3
Número de especies	20	13	11	7	31		

Nota: Promedio de todos los puntos de muestreo y las dos tomas de muestra (inicial y réplica)

Fuente: Registro de muestreo de campo

Elaborado por: Mercedes Robles

Anexo 9: Comunidad promedio de fitoplancton (diatomeas) en nivel superficie, ensenada Cabo San Francisco

Especies	Feb	Mar	Abr	May	Total	%	Prom.
<i>Skeletonema costatum</i>	117,5	14,0	74,7	34,5	241	32,6%	60,2
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	0,0	0,0	81,0	0,0	81	11,0%	20,3
<i>Chaetocerus didymus</i>	0,0	56,5	11,0	0,0	68	9,2%	16,9
<i>Navicula sp</i>	31,0	8,0	8,0	2,3	49	6,7%	12,3
<i>Nitzschia sp</i>	33,5	0,0	0,0	11,0	45	6,0%	11,1
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	5,0	29,7	0,0	6,5	41	5,6%	10,3
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	6,0	13,5	0,0	19,0	39	5,2%	9,6
<i>Coscinodiscus granii</i>	0,0	10,5	24,3	0,0	35	4,7%	8,7
<i>Anabaena sp</i>	24,5	2,0	0,0	4,5	31	4,2%	7,8
<i>Gambierdiscus sp</i>	6,0	6,0	0,0	3,0	15	2,0%	3,8
<i>Pinularia sp</i>	11,5	0,0	0,0	0,0	12	1,6%	2,9
<i>Pyxidicua cruciata</i>	6,0	0,0	0,0	5,0	11	1,5%	2,8
<i>Nitzschia longuissima</i>	0,0	5,0	4,0	0,0	9	1,2%	2,3
<i>Ditylium brightwellii</i>	0,0	0,0	7,0	0,0	7	0,9%	1,8
<i>Pleurosigma heros</i>	2,0	1,0	0,0	3,5	7	0,9%	1,6
<i>Favalla azorica</i>	1,0	2,0	2,0	0,0	5	0,7%	1,3
<i>Pixydicula criciata</i>	0,0	0,0	5,0	0,0	5	0,7%	1,3
<i>Pseudoanabaena</i>	5,0	0,0	0,0	0,0	5	0,7%	1,3
<i>Prorocentrum lima</i>	0,0	0,0	3,0	1,5	5	0,6%	1,1
<i>Rhizosolenia hebetata</i>	0,0	4,5	0,0	0,0	5	0,6%	1,1
<i>Guinardia sp</i>	0,0	0,0	4,0	0,0	4	0,5%	1,0
<i>Amphora graeffi</i>	0,0	0,0	0,0	3,5	4	0,5%	0,9
<i>Navicula brasiliensis</i>	0,0	3,5	0,0	0,0	4	0,5%	0,9
<i>Ceratium candelabrum</i>	0,0	0,0	3,0	0,0	3	0,4%	0,8
<i>Coelosphaerium sp</i>	3,0	0,0	0,0	0,0	3	0,4%	0,8
<i>Chaetoceros cinctus</i>	2,0	0,0	0,0	0,0	2	0,3%	0,5
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	0,0	2,0	0,0	0,0	2	0,3%	0,5
<i>Diploneis bombus</i>	2,0	0,0	0,0	0,0	2	0,3%	0,5
<i>Hemiaulus sp</i>	0,0	0,0	2,0	0,0	2	0,3%	0,5
Total	256,0	158,2	229,0	94,3	737	100,0%	184,4
Número de especies	15	14	13	11	29		

Nota: Promedio de todos los puntos de muestreo y las dos tomas de muestra (inicial y réplica)

Fuente: Registro de muestreo de campo

Elaborado por: Mercedes Robles

Anexo 10: Comunidad promedio de fitoplancton (diatomeas) en nivel profundidad, ensenada Puerto Comercial

Especies	Feb	Mar	Abr	May	Total	%	Prom.
<i>Skeletonema costatum</i>	226,3	104,3	240,0	20,0	591	49,5%	147,6
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	26,8	45,0	36,0	11,8	120	10,0%	29,9
<i>Nitzschia delicatissima</i>	51,5	21,0	34,0	6,0	113	9,4%	28,1
<i>Lauderia sp</i>	38,0	24,0	3,0	2,5	68	5,7%	16,9
<i>Guinardia sp</i>	16,0	10,0	18,0	1,8	46	3,8%	11,4
<i>Coscinodiscus granii</i>	8,3	12,8	11,7	10,0	43	3,6%	10,7
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	26,0	0,0	3,0	4,0	33	2,8%	8,3
<i>Hemiaulus sp</i>	13,3	14,0	1,0	0,0	28	2,4%	7,1
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	3,0	11,3	9,0	0,0	23	2,0%	5,8
<i>Chaetocerus didymus</i>	14,0	1,0	0,0	6,5	22	1,8%	5,4
<i>Navicula sp</i>	3,8	2,0	8,5	5,0	19	1,6%	4,8
<i>Stephanopyxis sp</i>	16,0	0,0	0,0	0,0	16	1,3%	4,0
<i>Leptocilindrus sp</i>	15,0	0,0	0,0	0,0	15	1,3%	3,8
<i>Nitzschia longuissima</i>	0,0	5,0	6,0	0,0	11	0,9%	2,8
<i>Ditylium brightwellii</i>	0,0	0,0	0,0	8,0	8	0,7%	2,0
<i>Lithodesmium sp</i>	8,0	0,0	0,0	0,0	8	0,7%	2,0
<i>Pleurosigma heros</i>	3,0	2,0	0,0	2,0	7	0,6%	1,8
<i>Rhizosolenia hebretata</i>	0,0	0,0	7,0	0,0	7	0,6%	1,8
<i>Synedra sp</i>	3,0	0,0	3,0	0,0	6	0,5%	1,5
<i>Fragilaria sp</i>	4,0	0,0	0,0	0,0	4	0,3%	1,0
<i>Bidulphia sinensis</i>	0,0	2,0	1,5	0,0	4	0,3%	0,9
<i>Ceratium candelabrum</i>	0,0	0,0	1,0	0,0	1	0,1%	0,3
<i>Hantzschia virgata</i>	1,0	0,0	0,0	0,0	1	0,1%	0,3
<i>Navicula brasiliensis</i>	0,0	1,0	0,0	0,0	1	0,1%	0,3
Total	476,9	255,4	382,7	77,5	1.193	100,0%	298,1
Número de especies	18	14	15	11	24		

Nota: Promedio de todos los puntos de muestreo y las dos tomas de muestra (inicial y réplica)

Fuente: Registro de muestreo de campo

Elaborado por: Mercedes Robles

Anexo 11: Comunidad promedio de fitoplancton (diatomeas) en nivel superficie, ensenada Puerto Comercial

Especies	Feb	Mar	Abr	May	Total	%	Prom.
<i>Skeletonema costatum</i>	497,8	180,3	460,5	248,3	1.387	59,6%	346,7
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	72,0	81,7	28,5	19,5	202	8,7%	50,4
<i>Nitzschia delicatissima</i>	31,3	45,7	41,0	3,0	121	5,2%	30,3
<i>Anabaena sp</i>	93,0	0,0	24,0	1,5	119	5,1%	29,6
<i>Chaetocerus didymus</i>	53,3	0,0	41,0	2,0	96	4,1%	24,1
<i>Guinardia sp</i>	23,5	32,0	34,0	4,0	94	4,0%	23,4
<i>Lauderia sp</i>	29,5	20,0	17,0	0,0	67	2,9%	16,6
<i>Coscinodiscus granii</i>	12,3	11,0	20,7	12,0	56	2,4%	14,0
<i>Navicula sp</i>	0,0	4,0	36,5	0,0	41	1,7%	10,1
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	9,0	10,0	0,0	5,0	24	1,0%	6,0
<i>Ditylium brightwellii</i>	6,0	5,5	7,5	0,0	19	0,8%	4,8
<i>Hemiaulus sp</i>	13,0	0,0	4,0	0,0	17	0,7%	4,3
<i>Nitzschia longuissima</i>	0,0	11,0	4,0	0,0	15	0,6%	3,8
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	0,0	1,0	13,0	0,0	14	0,6%	3,5
<i>Ceratium candelabrum</i>	0,0	6,0	6,0	1,5	14	0,6%	3,4
<i>Amphisolenia bidentata</i>	9,0	0,0	0,0	0,0	9	0,4%	2,3
<i>Leptocilindrus sp</i>	6,0	0,0	1,0	0,0	7	0,3%	1,8
<i>Pleurosigma nicobaricum</i>	2,7	4,0	0,0	0,0	7	0,3%	1,7
<i>Dictyocha fibula</i>	0,0	1,0	5,5	0,0	7	0,3%	1,6
<i>Bidulphia sinensis</i>	0,0	0,0	6,0	0,0	6	0,3%	1,5
<i>Lioloma sp</i>	6,0	0,0	0,0	0,0	6	0,3%	1,5
<i>Prorocentrum lima</i>	0,0	0,0	0,0	2,0	2	0,1%	0,5
<i>Synedra sp</i>	0,0	0,0	0,0	1,0	1	0,0%	0,3
Total	864,4	413,2	750,2	299,8	2.328	100,0%	581,9
Número de especies	15	14	17	11	23		

Nota: Promedio de todos los puntos de muestreo y las dos tomas de muestra (inicial y réplica)

Fuente: Registro de muestreo de campo

Elaborado por: Mercedes Robles

Anexo 12: Comunidad promedio de fitoplancton (diatomeas) en nivel profundidad, ensenada Puerto Artesanal

Especies	Feb	Mar	Abr	May	Total	%	Prom.
<i>Skeletonema costatum</i>	313,8	48,0	32,3	392,0	786	64,9%	196,5
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0,0	31,0	13,0	44,7	89	7,3%	22,2
<i>Coscinodiscus granii</i>	18,0	14,0	17,3	16,5	66	5,4%	16,5
<i>Chaetocerus didymus</i>	16,8	15,0	9,0	15,0	56	4,6%	13,9
<i>Anabaena sp</i>	21,3	2,0	8,7	6,5	38	3,2%	9,6
<i>Nitzschia delicatissima</i>	5,5	27,0	3,0	0,0	36	2,9%	8,9
<i>Navicula sp</i>	6,0	2,3	3,7	10,7	23	1,9%	5,6
<i>Guinardia sp</i>	4,8	10,5	6,0	1,0	22	1,8%	5,6
<i>Lauderia sp</i>	11,3	3,0	5,0	2,0	21	1,8%	5,3
<i>Hemiaulus sp</i>	4,7	7,0	6,0	0,0	18	1,5%	4,4
<i>Asterionellopsis sp</i>	13,0	0,0	0,0	0,0	13	1,1%	3,3
<i>Bidulphia sinensis</i>	4,3	2,0	4,3	1,0	12	1,0%	2,9
<i>Pleurosigma heros</i>	4,3	2,0	0,0	2,0	8	0,7%	2,1
<i>Navicula brasiliensis</i>	0,0	0,0	7,0	0,0	7	0,6%	1,8
<i>Pyxidicua cruciata</i>	5,3	0,0	0,0	0,0	5	0,4%	1,3
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	0,0	4,0	0,0	0,0	4	0,3%	1,0
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	0,0	0,0	0,0	3,5	4	0,3%	0,9
<i>Rhizosolenia hebretata</i>	1,7	1,0	0,0	0,0	3	0,2%	0,7
<i>Cymbella sp</i>	1,3	0,0	0,0	0,0	1	0,1%	0,3
Total	431,8	168,8	115,3	494,8	1.211	100,0%	302,6
Número de especies	15	14	12	11	19		

Nota: Promedio de todos los puntos de muestreo y las dos tomas de muestra (inicial y réplica)

Fuente: Registro de muestreo de campo

Elaborado por: Mercedes Robles

Anexo 13: Comunidad promedio de fitoplancton (diatomeas) en nivel superficie, ensenada Puerto Artesanal

Especies	Feb	Mar	Abr	May	Total	%	Prom.
<i>Skeletonema costatum</i>	135,5	61,3	54,3	465,5	717	65,0%	179,1
<i>Anabaena sp</i>	66,5	2,5	18,0	8,3	95	8,6%	23,8
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	10,3	23,5	6,0	29,8	70	6,3%	17,4
<i>Chaetocerus didymus</i>	10,5	8,0	20,5	11,0	50	4,5%	12,5
<i>Coscinodiscus granii</i>	25,0	10,0	5,0	5,0	45	4,1%	11,3
<i>Guinardia sp</i>	20,3	3,0	12,0	8,5	44	4,0%	10,9
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	6,0	6,0	0,0	5,0	17	1,5%	4,3
<i>Rhizosolenia hebetata</i>	0,0	0,0	14,0	0,0	14	1,3%	3,5
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	0,0	0,0	12,0	0,0	12	1,1%	3,0
<i>Bidulphia sinensis</i>	0,0	0,0	0,0	11,0	11	1,0%	2,8
<i>Navicula sp</i>	2,0	3,5	1,5	3,0	10	0,9%	2,5
<i>Pleurosigma heros</i>	2,8	1,3	1,0	2,0	7	0,6%	1,8
<i>Nitzschia delicatissima</i>	5,0	0,0	0,0	0,0	5	0,5%	1,3
<i>Ditylium brightwellii</i>	0,0	0,0	2,0	0,0	2	0,2%	0,5
<i>Licmophora sp</i>	2,0	0,0	0,0	0,0	2	0,2%	0,5
<i>Nitzschia navicularis</i>	0,0	2,0	0,0	0,0	2	0,2%	0,5
Total	285,8	121,1	146,3	549,0	1.102	100,0%	275,5
Número de especies	11	10	11	10	16		

Nota: Promedio de todos los puntos de muestreo y las dos tomas de muestra (inicial y réplica)

Fuente: Registro de muestreo de campo

Elaborado por: Mercedes Robles