



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

SEDE  
ESMERALDAS

# **ESCUELA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

## **TESIS DE GRADO**

**CARACTERIZACIÓN DE LA COMUNIDAD  
FITOPLANCTÓNICA Y POTENCIALMENTE TÓXICA  
DE LAS PARROQUIAS CAMARONES Y LIMONES DE  
LA PROVINCIA DE ESMERALDAS**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE  
INGENIERIA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

### **AUTORA**

**NATHALY FRANSHESKA CHÁVEZ RODRÍGUEZ**

### **ASESORA**

**PhD. OLGA CARNICER CASTAÑO**

**Esmeraldas – 2017**

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de grado de la PUCESE previo a la obtención del título de INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL.

Presidente Tribunal de Graduación

**Lector 1**

Mgt. Sonia Mateos Marcos

**Lector 2**

PhD. Jorge Luis Velazco Vargas

Mgt. Lucía Vernaza Quiñónez

**Directora de la Escuela de Gestión Ambiental**

PhD. Olga Carnicer Castaño

**Directora de Tesis**

Esmeraldas, ..... de ..... de 2017

## **AUTORÍA**

Yo, Nathaly Fransheska Chávez Rodríguez, declaro que la presente investigación enmarcada en el actual trabajo de tesis es absolutamente original, auténtica y personal.

En virtud que el contenido de esta investigación es de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor y de la PUCESE.

Nathaly Fransheska Chávez Rodríguez

C.I. 080360204-4

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por rodearme de personas maravillosas que han aparecido a lo largo de esta mi gran meta.

A mi bella madre María Eugenia por su paciencia y apoyo incondicional.

A mi padre Julio que desde el cielo me cuida y protege siempre, eres mi más grande motivación.

A mi querida profesora, tutora y amiga Olga Carnicer que creyó en mí y que con paciencia y sabiduría supo guiarme.

A mi profesor y gran amigo Jorge Velazco quien siempre estuvo pendiente y me ayudó en todo momento.

A mi profesor y amigo Eduardo Rebolledo que me aportó con sus conocimientos y me ayudó a avanzar en esta etapa.

A todos mis familiares y amigos que estuvieron pendientes y motivándome a no decaer, porque todo en la vida se puede lograr si te aferras a ese sueño.

Gracias totales, es una bendición tenerlos en mi vida.

## **DEDICATORIA**

A mi padre que siempre añoró que cumpliera esta meta, te me adelantaste, pero me motivaste a seguir batallando, sé que desde el cielo me sonrías.

A mi madre, mi ejemplo a seguir, todos mis logros son tuyos.

A mi familia, en especial a mis dos amores Ojany y Derek para que al igual que yo luchan por todos sus sueños.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORÍA.....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
DEDICATORIA .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	vii
LISTA DE TABLAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN .....	1
Presentación del tema de investigación.....	1
Planteamiento del problema.....	2
Justificación.....	3
Objetivos .....	3
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO.....	5
1.1 Bases teóricas científicas.....	5
1.2 Antecedentes .....	6
1.3 Bases legales .....	8
CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
2.1 Área de estudio.....	9
2.2 Recolección de muestras .....	11
2.3 Análisis de laboratorio .....	14
2.4 Análisis de datos .....	15
CAPITULO III: RESULTADOS .....	16
3.1 Abundancia y diversidad de géneros fitoplanctónicos en los puntos de muestreo.....	16
3.2 Abundancia de géneros fitoplanctónicos en fechas de muestreo. ....	17
3.3 Géneros potencialmente tóxicos presentes en los puntos de muestreo .....	23
3.4 Parámetros físico-químicos .....	24
CAPITULO IV: DISCUSIÓN .....	28
CAPITULO V: CONCLUSIONES.....	32
RECOMENDACIONES .....	33
REFERENCIAS .....	34
ANEXOS.....	39

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Ubicación de Camarones y Limones en Ecuador.....	10
<i>Figura 2.</i> Puntos de muestreo de Camarones y Limones.....	13
<i>Figura 3.</i> Abundancia relativa de los géneros de fitoplancton en el mes de noviembre de las parroquias Camarones y Limones. ....	17
<i>Figura 4.</i> Abundancia relativa de los géneros de fitoplancton en el mes de diciembre de las parroquias Camarones y Limones. ....	18
<i>Figura 5.</i> Abundancia relativa de los géneros de fitoplancton en el mes de enero de las parroquias Camarones y Limones .....	19
<i>Figura 6.</i> Abundancia relativa de los géneros de fitoplancton en el mes de febrero de las parroquias Camarones y Limones. ....	20
<i>Figura 7.</i> Abundancia relativa de los géneros de fitoplancton en el mes de marzo de las parroquias Camarones y Limones. ....	21
<i>Figura 8.</i> Géneros potencialmente tóxicos presentes en los puntos de muestreo. ....	23
<i>Figura 9.</i> Temperaturas registradas en las parroquias Camarones y Limones durante los meses de noviembre 2016 a marzo 2017 .....	25
<i>Figura 10.</i> Nivel de pH registrado en las parroquias de Camarones y Limones durante los meses de noviembre 2016 a marzo 2017. ....	26
<i>Figura 11.</i> Salinidad registrada en las parroquias Camarones y Limones durante los meses de noviembre 2016 a marzo 2017 .....	27
<i>Figura 12.</i> Género de mayor abundancia <i>Thalassionema</i> .....	39
<i>Figura 13.</i> Género de mayor abundancia <i>Skeletonema</i> .....	39
<i>Figura 14.</i> Género de mayor abundancia <i>Coscinodiscus</i> .....	40
<i>Figura 15.</i> Género de mayor abundancia <i>Chaetocero</i> .....	40
<i>Figura 16.</i> Género potencialmente tóxico <i>Dinophysis</i> .....	41
<i>Figura 17.</i> Género potencialmente tóxico <i>Pseudo-nitzschia</i> .....	41

## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1 <i>Coordenadas de los puntos de muestreo en los meses de noviembre a marzo de Camarones y Limones</i> .....	11
Tabla 2 <i>HDS de Tukey Comparaciones Múltiples de las parroquias Camarones y Limones</i> .....	22

## RESUMEN

El fitoplancton es el primer nivel trófico de la cadena alimenticia es de gran importancia debido a que constituye la mayor parte de los organismos productores primarios del ecosistema marino, siendo el alimento de los consumidores acuáticos y a su vez del hombre. El presente estudio se realizó en las parroquias Camarones y Limones de la provincia de Esmeraldas, Ecuador, con el objetivo de caracterizar la comunidad fitoplanctónica y potencialmente tóxica de los puntos de muestreo. Se realizaron muestreos durante los meses de noviembre 2016 hasta marzo 2017 en los cuales se determinaron tres puntos de donde se recolectaron las muestras. Se identificaron 23 géneros de fitoplancton en ambas parroquias, siendo *Chaetocero*, *Thalassionema*, *Skeletonema* y *Coscinodiscus* los géneros que presentaron mayor abundancia. Con respecto a los géneros potencialmente tóxicos, se encontró *Pseudo-nitzschia* en ambos puntos de muestreo y *Dinophysis* que solo se presentó en Camarones en el mes de marzo, la abundancia de este género no es considerada como un florecimiento algal, sin embargo, no se debe rechazar la posibilidad de que las biotoxinas marinas producidas por ciertas especies de dinoflagelados amenacen a la salud humana y a la economía local, porque en Ecuador no se utilizan mecanismos de control de biotoxinas.

## **ABSTRACT**

Phytoplankton is the first trophic level of the food chain is of great importance because it constitutes the majority of primary organisms of the marine ecosystem, being the food of the aquatic consumers and in turn of the man. The present study was carried out in the Camarones and Limones parishes of the province of Esmeraldas, Ecuador, in order to characterize the phytoplankton and potentially toxic community of the sampling points. Sampling was carried out during the months of November 2016 until March 2017 in which three points were determined from where the samples were collected. With respect to potentially toxic genera, *Pseudo-nitzschia* was found at both sampling points and *Dinophysis*, which was only present in Camarones in the month of March, abundance of this genus is not considered as an algal bloom, however it should not be to reject the possibility that marine biotoxins produced by certain species of dinoflagellates threaten human health and the local economy, because in Ecuador no biotoxin control mechanisms are used.

# INTRODUCCIÓN

## **Presentación del tema de investigación.**

La costa ecuatoriana tiene alrededor de 950 kilómetros (SIMCE, Sistema de información marino costera del Ecuador, 2005), constituida mayormente por playas en donde se realizan diferentes actividades como el turismo, la descarga de desechos, el transporte naviero, la pesca intensiva, etc. El crecimiento de estas actividades es una amenaza para el medio acuático ya que supone un aumento de problemas de salud ambiental, que afectan de forma directa o indirecta la dinámica y biodiversidad de la biota marina de la zona costera.

Se entiende por contaminación marina la introducción directa o indirecta de todo tipo de compuestos sintetizados por el hombre, causando efectos a los organismos marinos y a la salud humana, deterioro de la calidad del agua de mar y la reducción de los atractivos naturales (Jara, 2015).

Los ecosistemas marinos son muy diversos, los organismos pueden clasificarse en tres grupos: bento, necton y plancton. El bentos está constituido por organismos que habitan el fondo marino, que se caracterizan por ser sésiles o que tienen poco desplazamiento. El necton es integrado por individuos que son capaces de desplazarse por sí solos como los peces, los calamares y las tortugas, entre otros. Y el plancton conformado por seres de pequeño tamaño que flotan en el agua, que se divide en fitoplancton, microorganismos productores que constituye el primer nivel trófico, y zooplancton conformado por individuos heterótrofos que se alimentan del fitoplancton (Fundación Biodiversidad, 2016).

El fitoplancton es una comunidad de organismos microscópicos fotosintetizadores que se encuentran suspendidos en la zona fótica de la columna de agua (Reynolds, 1984; Kilham y Hecky, 1988). Según Nybakken (1993); citado por Vera (2007) el fitoplancton es el primer nivel trófico de la cadena alimenticia, su estructura es variable y regulada dependiendo del hábitat ecológico. Es importante porque constituye la mayor parte de los organismos productores primarios del ecosistema marino, siendo el alimento de los consumidores acuáticos, como son los peces, y a su vez, del ser humano (Platt et al., 1992). De la comunidad fitoplanctónica se determina la riqueza específica de los niveles tróficos superiores, por consiguiente, su pérdida tiene una gran influencia

negativa en las reservas pesqueras, ya que disminuye la población de los demás seres marinos (Neofronteras, 2010).

Según Neofronteras (2010) otra característica importante del fitoplancton es su capacidad de absorber dióxido de carbono y transformarlo en oxígeno por medio de la fotosíntesis, donde una porción de este carbono pasa a la cadena trófica y la otra acaba en el fondo oceánico. Cabe destacar que el océano absorbe un 40% de las emanaciones de dióxido de carbono antropogénico, siendo uno de los principales sumideros de carbono del planeta.

### **Planteamiento del problema**

La parroquia Camarones está ubicada a 30 kilómetros al norte de Esmeraldas, sus habitantes basan su economía principalmente en actividades de pesca artesanal, ganadería y agricultura, siendo la pesca artesanal la de mayor aprovechamiento (GADPE, 2015).

Limones es la cabecera cantonal de Eloy Alfaro, está situada al norte de la provincia de Esmeraldas, en una de las islas de la desembocadura del río Santiago. Las actividades productivas están vinculadas a la ganadería, agricultura y pesca, además del turismo que este posee (GAD Eloy Alfaro, 2015).

Ambas parroquias basan gran parte de su economía en la actividad pesquera y el desarrollo turístico, causando el deterioro de sus características naturales. Según Mozetic et al. (2008) las aguas costeras son ecosistemas muy variables, y llegan a ser muy vulnerables cuando se encuentran expuestos a los impactos negativos de las actividades humanas como la descarga de aguas residuales y el uso inadecuado de pesticidas y fertilizantes.

La actividad pesquera puede estar regulada a nivel de producción masiva, pero todavía existe pesca a pequeña escala que no pasa por ningún control sanitario previo, siendo una posible vía de intoxicación ya que, como se dijo anteriormente no existe regulación al respecto.

Debido a las actividades que se realizan en las áreas de objeto de estudio, la importancia de esta investigación es contribuir con información sobre la posible

presencia de especies potencialmente tóxicas ya que en la provincia de Esmeraldas son muy escasos los estudios realizados al respecto; sobre todo en zonas en que pudieran causar algún tipo de intoxicación en la población o a su vez afectar a la calidad del agua.

## **Justificación**

El fitoplancton es considerado como un indicador biológico importante ya que algunas especies en particular son sensibles a determinados cambios de factores ambientales, siendo importante el estudio de su distribución ya que contribuye al conocimiento del estado trófico de un sistema a través del estudio de su composición, abundancia y biomasa (Salmaso, 2002).

En Ecuador las mayores contribuciones de estudios de fitoplancton han sido realizadas en las áreas costeras del Golfo de Guayaquil, la mayoría de ellas centradas en el Estudio Regional del Fenómeno El Niño. Entre los que se destacan los trabajos de Jiménez y Bonilla (1980) Jiménez (2008), Prado y Cajas (2010); Coello et al., (2010). Las investigaciones realizadas en la provincia de Esmeraldas sobre la comunidad fitoplanctónica son escasas, por lo que la información que se reportará en este estudio sobre las zonas de Camarones y Limones pueden contribuir como un comienzo de investigaciones posteriores en diversos géneros del fitoplancton potencialmente.

## **Objetivos**

Objetivo General:

Caracterizar la comunidad fitoplanctónica de las parroquias Limones y Camarones de la provincia de Esmeraldas.

Objetivos específicos:

Identificar las especies de la comunidad fitoplanctónica de las parroquias Limones y Camarones, y especificar aquellas que son tóxicas.

Cuantificar los géneros identificados.

Analizar los factores físico - químicos del agua de los dos puntos de muestreo.

Analizar estadísticamente las diferencias existentes entre las comunidades de las distintas parroquias.

# **CAPITULO I: MARCO TEÓRICO**

## **1.1 Bases teóricas científicas**

Los ecosistemas marinos son muy diversos, los organismos pueden clasificarse en tres grupos: bentos, necton y plancton. El bentos está constituido por organismos que habitan el fondo marino, que se caracterizan por ser sésiles o que tienen poco desplazamiento. El necton es integrado por individuos que son capaces de desplazarse por sí solos como los peces, los calamares y las tortugas, entre otros. El plancton está conformado por seres de pequeño tamaño que flotan en el agua, y se divide en fitoplancton, microorganismos productores que constituye el primer nivel trófico, y en zooplancton conformado por individuos heterótrofos que se alimentan del fitoplancton (Fundación Biodiversidad, 2016).

El fitoplancton tiene gran importancia porque son los organismos productores primarios del ecosistema marino. Se ocupan de fijar el dióxido de carbono atmosférico de modo que el carbono llegue a formar parte de la cadena alimenticia, siendo fuente de energía. Sucesivamente, la cadena alimentaria se enriquece, ya que el fitoplancton es consumido por el zooplancton y que posteriormente puede ser consumido por determinados peces. Al ocuparse de fijar el dióxido de carbono atmosférico, parte del dióxido de carbono que se encuentra en la atmósfera pasa a la cadena alimenticia del océano (Ciencia y Biología, 2014).

En las últimas décadas han aumentado el número de estudios que utilizan bioindicadores como un nuevo método que permite conocer la calidad del agua. Algunos organismos pueden dar información de cambios físicos y químicos en el agua, debido a los cambios en la composición de su comunidad (Vázquez et al., 2006).

Según Arce (2006), un indicador biológico acuático se considera como aquella especie cuya presencia y abundancia señalan algún proceso o estado del sistema en el cual habita. La importancia de estudiar el fitoplancton como indicador de procesos hidrográficos ha sido ampliamente discutida por numerosos investigadores, en especial porque esta comunidad tiene la capacidad de dar una rápida respuesta con el desarrollo exagerado o la desaparición de algunas especies, frente a las fluctuaciones de las variables oceanográficas (Falkowski et al., 2004; Reynolds, 2006).

Para el desarrollo del plancton se necesita de una serie de factores físico - químicos como: temperatura, luz, conductividad, oxígeno disuelto, salinidad y concentraciones de nutrientes como el fosfato, los nitratos y los nitritos. La luz y la concentración de nutrientes son de gran importancia ya que por medio de los mismos se realiza la fotosíntesis y la temperatura es un gran influyente en la reproducción y distribución del fitoplancton (Cifuentes et al., 1997). Los impactos causados por las actividades humanas han ocasionado alteraciones en algunas zonas costeras, principalmente en aquellas que reciben altos aportes de nutrientes, generando situaciones de eutrofia. Este aumento de nutrientes en el medio conlleva a floraciones de microalgas y el deterioro de la calidad del agua (Domingues et al., 2011).

En ocasiones, estas microalgas pueden ser productoras de toxinas marinas también llamadas ficotoxinas, que se introducen en la cadena trófica, llegando a ser alimento de humanos, mismo que provoca enfermedades neurológicas y gastrointestinales. Las principales ficotoxinas marinas de los mariscos son las toxinas paráliticas (PSP), producidas por algunas especies de *Alexandrium*, causan intoxicación parálitica a quien las consume, ya que los mariscos se encuentran contaminados por ingerir algas que producen dicha toxina. La intoxicación Diarreica (DSP) causa síntomas como diarrea y vómito a quien consuma bivalvos contaminados, ya que estos compuestos producidos por algunas especies de *Dinophysis*, se fijan en el tejido graso de los mismos. La intoxicación Amnésica (ASP), es producida por especies de diatomeas, *Pseudo-nitzschias*, causando pérdida de la memoria (amnesia) (FAO, 2005).

## **1.2 Antecedentes**

Existen estudios sobre fitoplancton en el Pacífico Oriental, en donde países como Chile, Ecuador, Perú, Panamá y Colombia han realizado investigaciones, la mayoría de ellas centradas en el Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN).

Investigaciones previas han establecido que las anomalías de temperatura tienen influencia negativa sobre el plancton, el mismo que se refleja en una disminución u aumento en la densidad, cambios en la estructura de sus comunidades y la abundancia o proliferación de determinadas especies consideradas como indicadores biológicos (Fielder 1984, Jiménez-Pérez y Lara-Lara 1988, Ochoa 1999, Gómez 1999, Oliva 2002 y Rodríguez 2002); citado por Coello et al.,(2010, p. 25) todas estas alteraciones tienen

repercusión directa sobre los organismos que conforman las escalas superiores de la cadena alimenticia del medio marino y finalmente en el hombre.

Salazar (2001), utilizó los dinoflagelados en el Pacífico Colombiano, como indicador en los eventos asociados con el fenómeno de El Niño, pero la relación entre variabilidad térmica y el grupo taxonómico resultó ser especie-específica. Se estudió la diversidad y dinámica del fitoplancton marino en la bahía de Acapulco, encontrando una alta riqueza fitoplanctónica que refleja un ecosistema marino sano, siendo las diatomeas la comunidad dominante a lo largo del año de estudio. En aguas ecuatorianas, Jiménez (2008) determinó la distribución de las especies de fitoplancton más significativas, para los periodos de diciembre 1972 (El Niño), y septiembre 1975 (condiciones normales). Para los periodos de diciembre hubo una dominancia de dinoflagelados relacionados a temperaturas altas, lo que no ocurrió en septiembre donde hubo alta salinidad y temperaturas bajas en donde el fitoplancton varió con respecto a su distribución y niveles de población, predominando las diatomeas.

En la costa ecuatoriana se han desarrollado varios estudios sobre la descripción de las características hidrográficas y fitoplanctónicas en varias provincias, entre los que se señalan los de Jiménez y Bonilla (1980), que determinaron que las mayores concentraciones de fitoplancton en el Frente Ecuatorial fueron localizadas entre los 10-20 metros de profundidad. Prado y Cajas (2010); Coello et al., (2010) en su estudio determinaron que las zonas costeras de las provincias de Esmeraldas, Manabí y Santa Elena registran mayor productividad de fitoplancton.

En estaciones fijas de La Libertad y Manta el INOCAR monitorea parámetros (físicos-químicos-biológicos) donde se recolectan y analizan muestras de fitoplancton desde 1989 hasta la actualidad, en el cual durante el periodo de 1989 – 1991, se registró una proliferación algal, llamada también “bloom” de *Nodularia* sp. en la Libertad, además comprobaron que a bajas concentraciones fitoplanctónicas se ve afectado considerablemente el recurso pesquero (Torres, 1996; Torres-Zambrano, 1998), citado por Vera (2007).

En la provincia de Esmeraldas se han realizado escasos estudios de la comunidad fitoplanctónica, ya que las mayores contribuciones han sido para las áreas costeras del Golfo de Guayaquil. Es por ello, por lo que esta investigación contribuye al estudio de la calidad del agua.

### 1.3 Bases legales

En Europa existen mecanismos de prevención de intoxicaciones por toxinas marinas, mediante el monitoreo de aguas de manera regular, los cuales están especificados en la Directiva (UE) 2015/1787. Otro tipo de regulación, es el que verifica el contenido de toxinas en el tejido de organismos como peces y moluscos bivalvos, como lo es el Reglamento (CE) N° 1881/2006 y el Reglamento (CE) N° 853/2004, en donde se crean normas específicas de higiene de aquellos alimentos que se obtienen de animales y se establecen límites de biotoxinas en moluscos bivalvos, en el caso de las toxinas paralizantes (PSP) no debe sobrepasar los 800 µg/Kg y en las toxinas amnésicas (ASP) 20 mg de ácido domoico/Kg. Todos estos reglamentos se encargan de proteger la calidad de los productos alimenticios mediante controles oficiales regulares que permiten garantizar la protección de la salud de los consumidores.

En Ecuador, aún no se utilizan estos mecanismos de control de biotoxinas, debido a que no se han observado afectaciones relacionadas con las biotoxinas en camarones que son la mayor producción, pero sí se ha observado mortalidad por anoxia debido a las altas densidades de algas (Jiménez, 1989). Mientras que países como Argentina, Uruguay, Perú y Chile, utilizan las normativas de la Unión Europea (CEE91/492 y 493) para el control de biotoxinas en moluscos, protegiendo así la salud de los consumidores. (Suárez et al., 2002)

En Ecuador, el reglamento de la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero regula y monitorea la actividad pesquera, sin embargo, no existen datos exactos de actividades pesqueras sin control, ya que no todos los pescadores pertenecen a una asociación, lo cual hace más difícil el control de la misma.

Finalmente, cabe resaltar que en el Ecuador el Libro VI anexo I del TULSMA, es el mecanismo de control y regulación ambiental que protege la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general. Dentro del mismo se encuentran los límites máximos permisibles de las descargas que se hacen en los cuerpos de agua marina, mismos que deben cumplirse para la preservación de flora y fauna marina.

## **CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 Área de estudio**

El presente estudio se realizó en las parroquias de Camarones y Limones pertenecientes a la zona norte de la provincia de Esmeraldas (Figura 1). Las actividades principales económicas de estas parroquias están basadas en la pesca, la agricultura y la ganadería. Camarones posee una de las playas más visitadas de la zona norte, y Limones es una de las islas que desemboca en el río Santiago.

La parroquia Camarones está ubicada a 30 kilómetros al norte de Esmeraldas, es uno de los balnearios más turísticos de la parte norte de la provincia, sus habitantes basan su economía principalmente en actividades de pesca artesanal, ganadería y agricultura, siendo la pesca artesanal la de mayor aprovechamiento (GADPE, 2015)

Limones es la cabecera cantonal de Eloy Alfaro, está situada al norte de la provincia de Esmeraldas, en una de las islas de la desembocadura del río Santiago, mismo que se ve influenciado por los Manglares Cayapas Mataje, la época lluviosa es de diciembre a junio. Las actividades productivas están vinculadas a la ganadería, la agricultura y la pesca, además del turismo que éste posee. (GAD Eloy Alfaro, 2015)

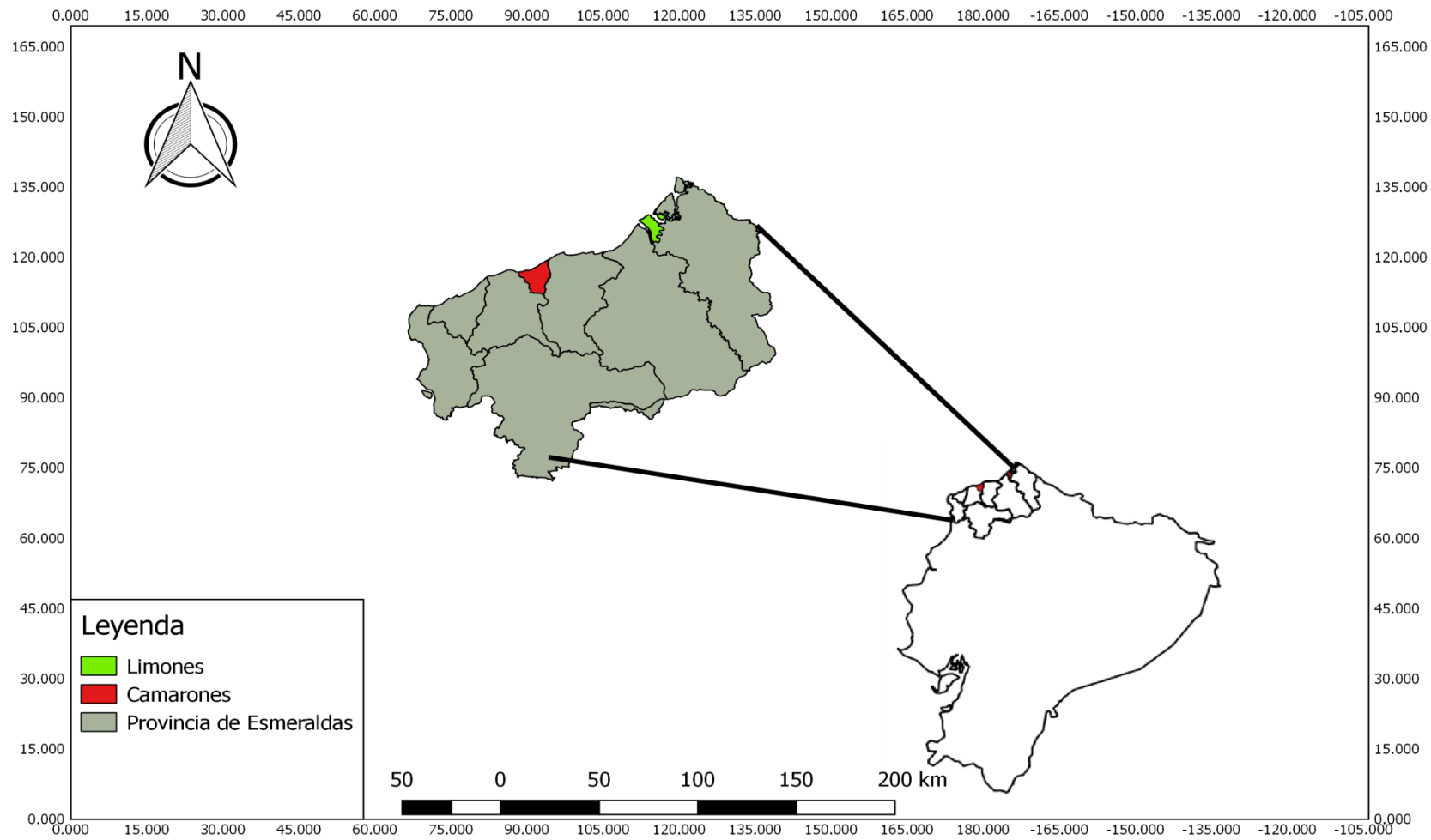


Figura 1. Ubicación de Camarones y Limones en Ecuador

## 2.2 Recolección de muestras

Se realizaron cinco muestreos, una vez al mes a lo largo de 5 meses, en cada parroquia, durante la marea alta, en el periodo de noviembre 2016 a marzo del 2017. En ambas parroquias se determinaron 3 puntos de muestreo (réplicas), que fueron registrados mediante un GPS Garmin e3 etrex HCx legend (Tabla 1), representados en el mapa en la Figura 2.

**Tabla 1**

*Coordenadas UTM de los puntos de muestreo en los meses de noviembre 2016 a marzo 2017 de Camarones y Limones*

Muestreo			Coordenadas	
Mes	Parroquia	Réplicas	X	Y
Noviembre	Camarones	1	17 N 0660769	112567
		2	17 N 0663179	112165
		3	17 N 0658578	111721
	Limones	1	17 N 0724161	141905
		2	17 N 0723866	142504
		3	17 N 0723595	143125
Diciembre	Camarones	1	17 N 0660497	111109
		2	17 N 0660484	110925
		3	17 N 0660550	111174
	Limones	1	17 N 0723672	141553
		2	17 N 0724232	142187
		3	17 N 0723513	143265
Enero	Camarones	1	17 N 0662520	111357
		2	17 N 0663515	112508
		3	17 N 0665252	113449
	Limones	1	17 N 0727475	145914
		2	17 N 0724263	146524
		3	17 N 0721800	145167
Febrero	Camarones	1	17 N 0660355	112056
		2	17 N 0661390	113048
		3	17 N 0661348	112984
	Limones	1	17 N 0725802	145925
		2	17 N 0726176	145967
		3	17 N 0724392	139976
Marzo	Camarones	1	17 N 0659907	111643
		2	17 N 0658076	111862

		3	17 N 0657116	112015
	Limonas	1	17 N 0719990	140236
		2	17 N 0718261	138960
		3	17 N 0718286	138415

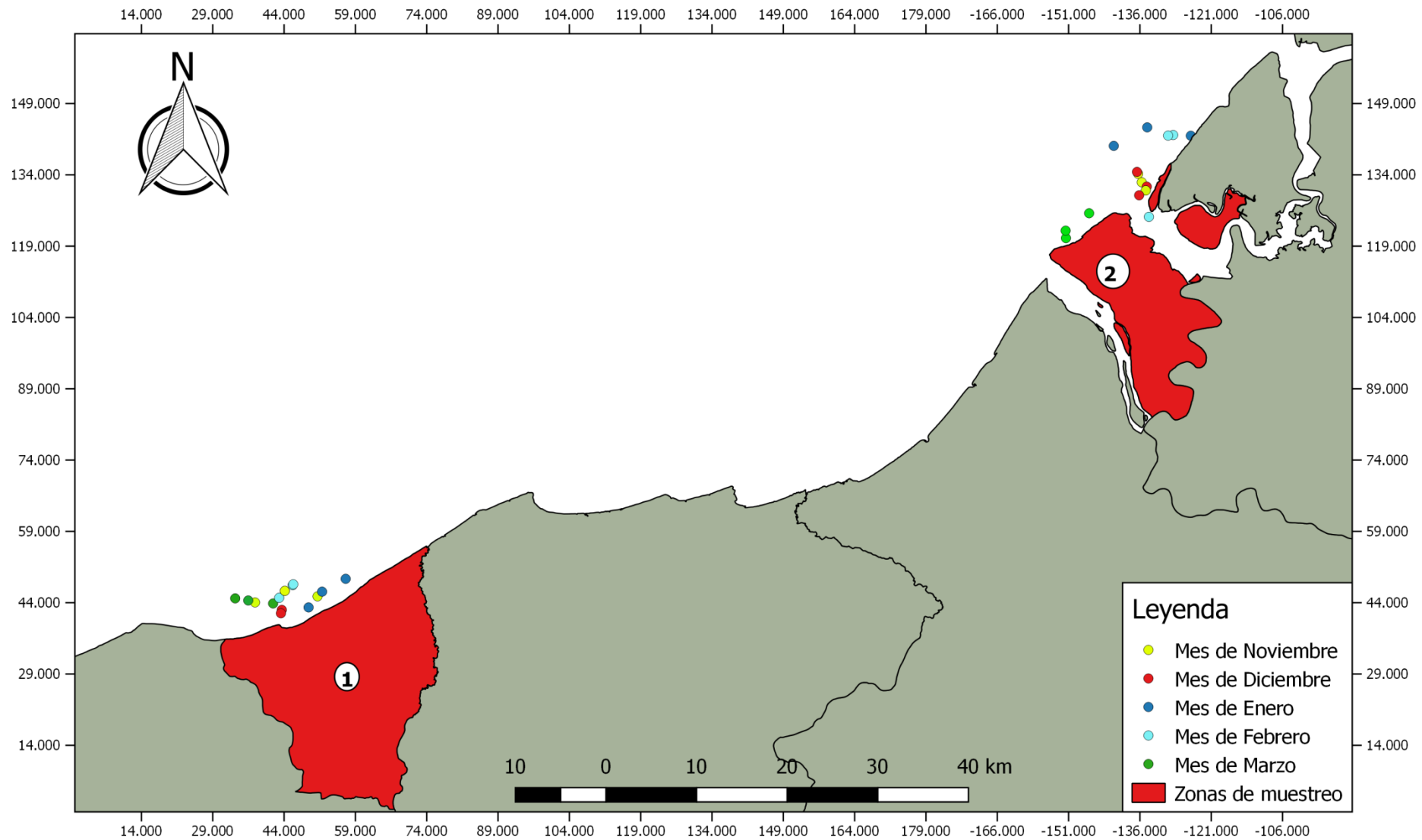


Figura 2. Puntos de muestreo de Camarones y Limones

Se recolectaron las muestras mediante arrastres superficiales con la red de plancton de 55 µm de luz de malla durante un tiempo de 20 segundos. Luego se traspasaron las muestras a las botellas de 1 litro con tapón hermético, previamente limpiadas tres veces con el agua del mar del lugar de muestreo, y se agregaron 7 mL de formalina para fijar las muestras. Posteriormente se dejaron en refrigeración para su conservación durante el transporte. El método empleado permite realizar un análisis semi-cuantitativo de las muestras. Para determinar los parámetros físico - químicos del agua como la temperatura, salinidad y pH se utilizó la sonda multiparamétrica Exo2 YSI.

### **2.3 Análisis de laboratorio**

La cuantificación del fitoplancton de Camarones y Limones se desarrolló mediante el método de Utermöhl (1958). Se homogenizaron las muestras de las botellas agitándolas suavemente en forma de ocho durante 30 veces. El volumen que se ocupó en la cámara de Utermöhl fue de 3 ml, se cubrió cuidadosamente la muestra con una pieza cuadrada o circular de cristal evitando la formulación de burbujas y se dejó sedimentar durante dos horas debido al volumen utilizado (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005).

Seguidamente se procedió a la observación de las muestras mediante un microscopio invertido marca OPTIKA. Según la abundancia y tamaño de ciertos géneros se realizó la observación de 1, 5 y 10 campos, los mismos que fueron vistos con el objetivo de 200x y 400x, y un transecto que fue visto con el objetivo de 400x. Mediante la guía fitoplanctónica del Acta Oceanográfica del Pacífico (2014), se identificaron los diferentes géneros que fueron fotografiados mediante el programa Optica Lite Vision. El análisis de cada muestra llevó un tiempo aproximado de 2 a 3 horas.

Los datos obtenidos fueron procesados en Excel, los cuales se agruparon por puntos de muestreo, con el fin de conocer las diferencias existentes entre las comunidades de las distintas parroquias.

Para calcular la abundancia de células en la muestra se utiliza la siguiente fórmula citado por Torres (2010):

$$cells/mL = \frac{C \times TA}{L \times W \times V \times S}$$

Donde:

C= número total de células contadas

L= longitud de la tira (mm)

W= anchura de la tira (mm)

V= volumen de la cámara (mL)

S= número de tiras

TA= área total del fondo de la cámara (mm<sup>2</sup>)

## **2.4 Análisis de datos**

Para comparar las variaciones de abundancia y parámetros físico - químicos que existen entre las estaciones y fechas de muestreo se utilizó primeramente el test de Kolmogorov Smirnov para evaluar la normalidad de los datos, seguidamente se utilizó el análisis de varianza ANOVA mediante el programa estadístico SPSS versión 23.0.0.0. Para obtener la diferencia entre fechas, se realizó un análisis posterior de Tukey.

## CAPITULO III: RESULTADOS

### 3.1 Abundancia y diversidad de géneros fitoplanctónicos en los puntos de muestreo

En este estudio se identificaron 23 géneros de fitoplancton en las parroquias de Camarones y Limones, los que tuvieron mayor abundancia fueron *Chaetocero*, *Thalassionema*, *Skeletonema* y *Coscinodiscus* a lo largo de los meses de muestreo.

No se encontraron diferencias significativas entre abundancias de microalgas en los dos puntos. Sin embargo, en algunos de los géneros sí se encontraron diferencias significativas con valores ( $p < 0,05$ ) como es el caso de *Skeletonema* que se presentó con mayor abundancia en la parroquia de Camarones con un total de  $56.118.395 \text{ cell.ml}^{-1}$ , *Navicula* con un total de  $470.988 \text{ cell.ml}^{-1}$  y *Pseudo-nitzschia* con un total de  $431.739 \text{ cell.ml}^{-1}$  ambos géneros con mayor abundancia en la parroquia de Limones.

De los cuatro géneros con mayor abundancia antes mencionados, en el mes de marzo se presentó mayor abundancia del género *Chaetocero* en la parroquia de Limones con una cantidad total de  $36.151.826 \pm 45'416.894 \text{ cell.ml}^{-1}$  y una mínima de  $1.343.188 \pm 296.708 \text{ cell.ml}^{-1}$  en el mes de enero de la misma parroquia, el género *Thalassionema* se presentó con mayor abundancia en el mes de marzo en la parroquia de Limones con un total de  $32.448,426 \pm 10.261.978 \text{ cell.ml}^{-1}$  y un mínimo de  $43.610 \pm 30.213 \text{ cell.ml}^{-1}$  en la parroquia de Camarones del mismo mes, *Skeletonema* fue un género de gran abundancia en todos los meses de muestreo de ambas parroquias, sin embargo no se presentó en el mes de marzo en Camarones, su mayor abundancia fue de  $78.425.546 \pm 19.304.441 \text{ cell.ml}^{-1}$  en el mes de febrero en la parroquia de Camarones *Coscinodiscus* fue otro de los géneros con gran abundancia, misma que se encontró en el mes de diciembre en la parroquia de Limones con un total de  $6.328.323 \pm 938.184 \text{ cell.ml}^{-1}$  y la cantidad mínima de este género fue en Camarones en el mes de febrero con un total de  $161.357 \pm 1.809.905 \text{ cell.ml}^{-1}$ .

Los géneros *Lithodesmium*, *Nostoc*, *Dinophysis* y *Pinnularia* han sido los que menos se han presenciado en ambas parroquias. Sin embargo, el género *Dinophysis* solamente se pudo presenciar en el mes de marzo en Camarones, al igual que *Lithodesmium* en el mes de enero en la misma parroquia.

### 3.2 Abundancia de géneros fitoplanctónicos en fechas de muestreo

Las abundancias relativas de géneros encontrados en el mes de noviembre de los dos puntos de muestreo indican que Camarones presenta mayor abundancia en el género *Thalassionema* con  $14.138.188 \pm 11.103.612 \text{ cell.ml}^{-1}$ , seguidamente del género *Skeletonema* con  $7.448.861 \pm 9.695.624 \text{ cell.ml}^{-1}$  y *Chaetocero* con  $7.430.453 \pm 12.001.106 \text{ cell.ml}^{-1}$ . A diferencia de Limones donde la abundancia de los géneros no supera los  $3.523.987 \pm 311.016 \text{ cell.ml}^{-1}$ , este último correspondiente al género *Skeletonema* (Figura 3).

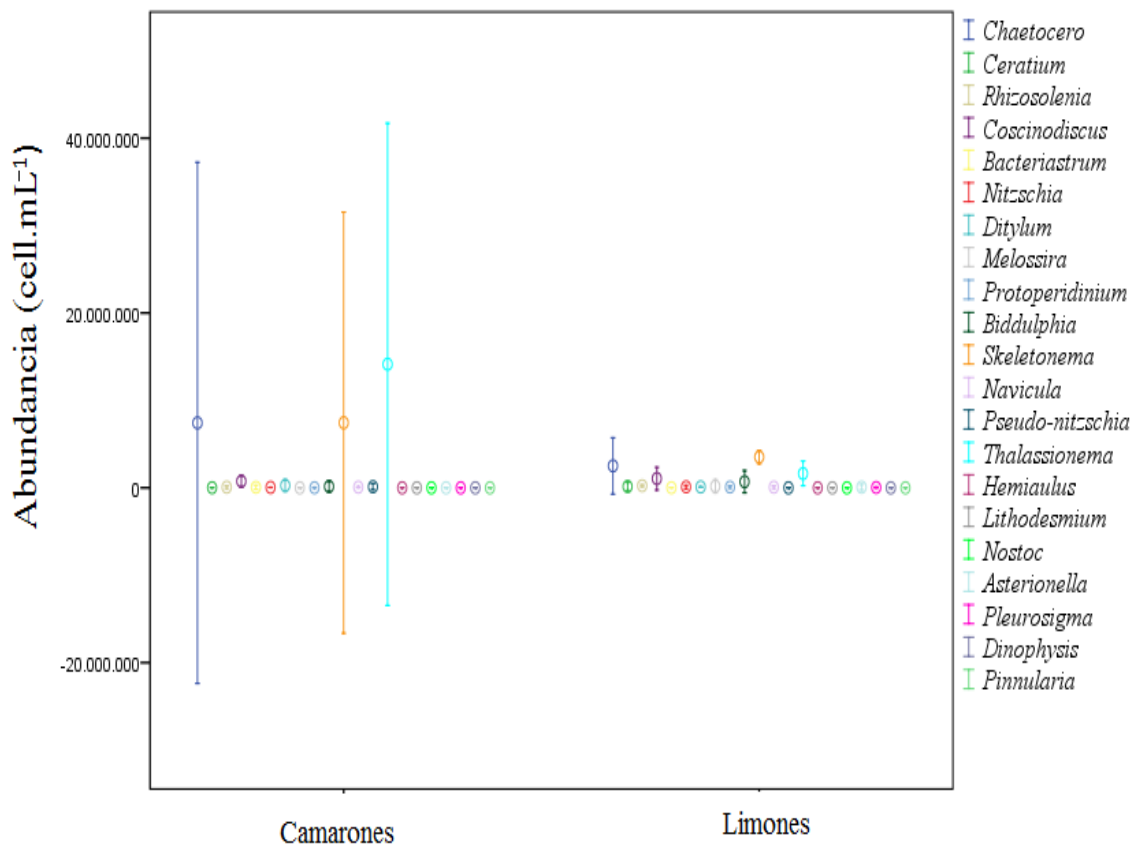


Figura 3. Abundancia relativa de los géneros de fitoplancton en el mes de noviembre de las parroquias Camarones y Limones.

En el mes de diciembre se presentó una mayor abundancia del género *Skeletonema* con un total de  $6.936.685 \pm 9.577.102 \text{ cell.ml}^{-1}$  en la parroquia de Camarones, a diferencia de la parroquia Limones en donde sobresalen los géneros *Chaetocero*  $17.269.162 \pm 938.184 \text{ cell.ml}^{-1}$ , *Coscinodiscus*  $6.328.323 \pm 8.820.820 \text{ cell.ml}^{-1}$  y *Skeletonema*  $6.389.377 \pm 8.813.127 \text{ cell.ml}^{-1}$ . El género *Chaetocero* en la parroquia de Limones resultó ser significativo ( $p < 0,05$ ) frente al encontrado en Camarones.

El género *Skeletonema* no presenta diferencias entre ambas parroquias, pero tiene gran variabilidad en sus datos. A diferencia del género *Chaetocero* que resulta ser más abundante en Limones y no presenta gran variabilidad en sus datos (Figura 4).

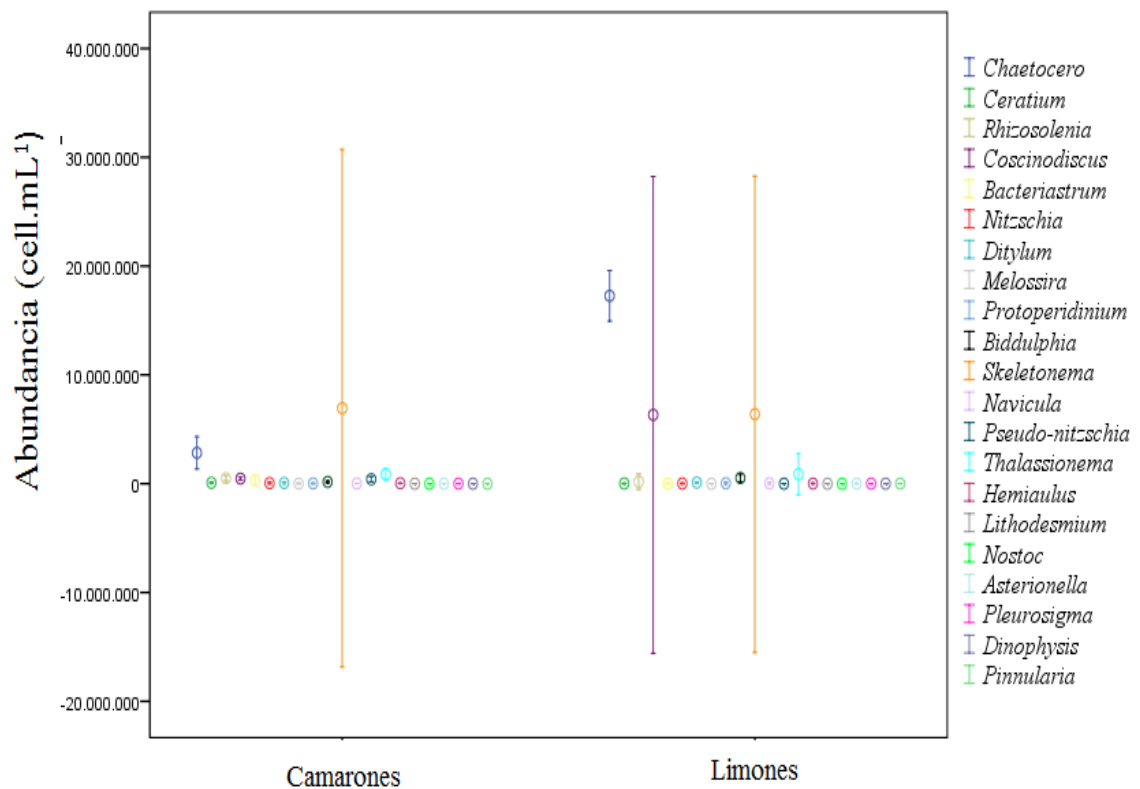


Figura 4. Abundancia relativa de los géneros de fitoplancton en el mes de diciembre de las parroquias Camarones y Limones.

La mayor abundancia en los géneros encontrados en Camarones en el mes de enero fueron *Chaetocero*  $7.068.728 \pm 10.462.136 \text{ cell.ml}^{-1}$  y *Thalassionema*  $10.760.576 \pm 8.939.615 \text{ cell.ml}^{-1}$ . En la parroquia de Limones del mismo mes sobresalen los géneros *Skeletonema* con un total de  $2.1778.944 \pm 4.919.418 \text{ cell.ml}^{-1}$  y *Thalassionema* con  $3.567.800 \pm 6.055.406 \text{ cell.ml}^{-1}$ . El género *Skeletonema* en la parroquia Limones resultó ser significativo ( $p < 0,05$ ) frente al encontrado en Camarones (Figura 5).

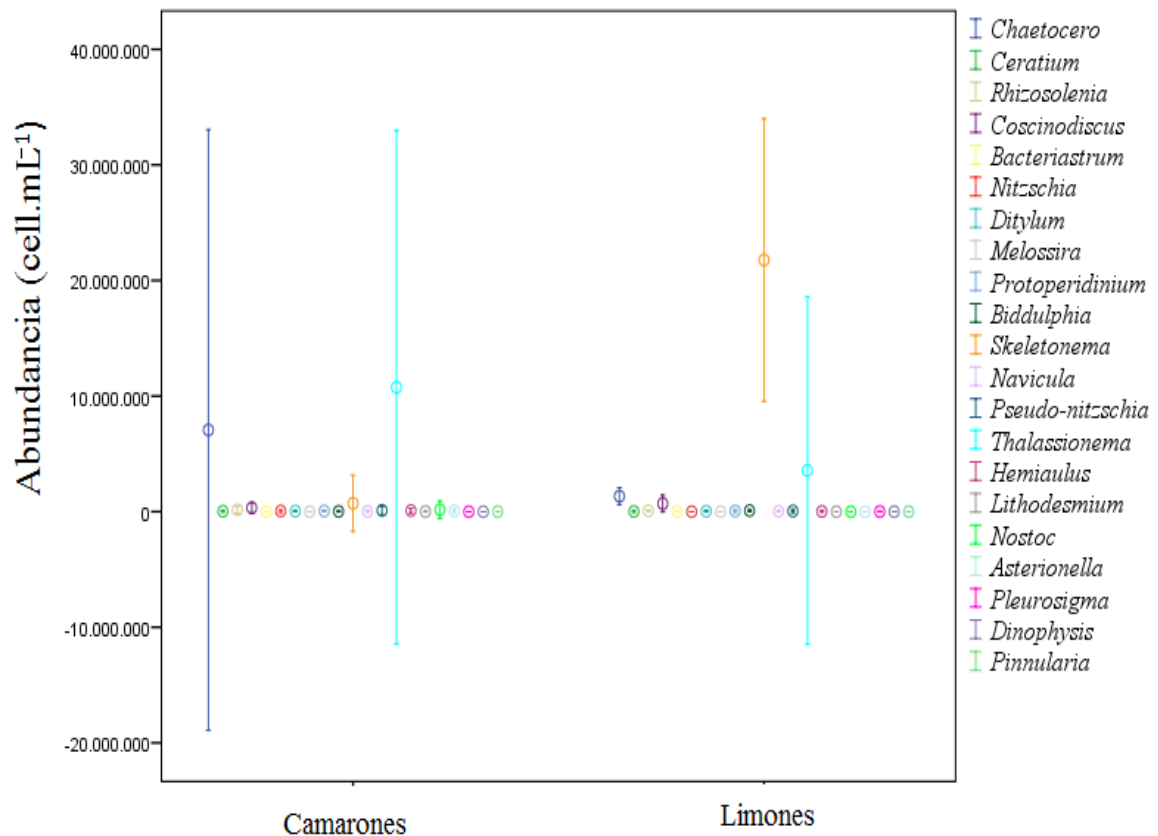


Figura 5. Abundancia relativa de los géneros de fitoplancton en el mes de enero de las parroquias Camarones y Limones

El género *Skeletonema* con  $78.425.546 \pm 19.304.441$  es el que presenta mayor abundancia en la parroquia de Camarones en el mes de febrero, a diferencia de la parroquia Limones en donde el género *Skeletonema* presentó  $20.637.321 \pm 15.981.151 \text{cell.ml}^{-1}$ , cabe destacar que en ambas parroquias este género fue el que más sobresalió en cuanto a abundancia (Figura 6).

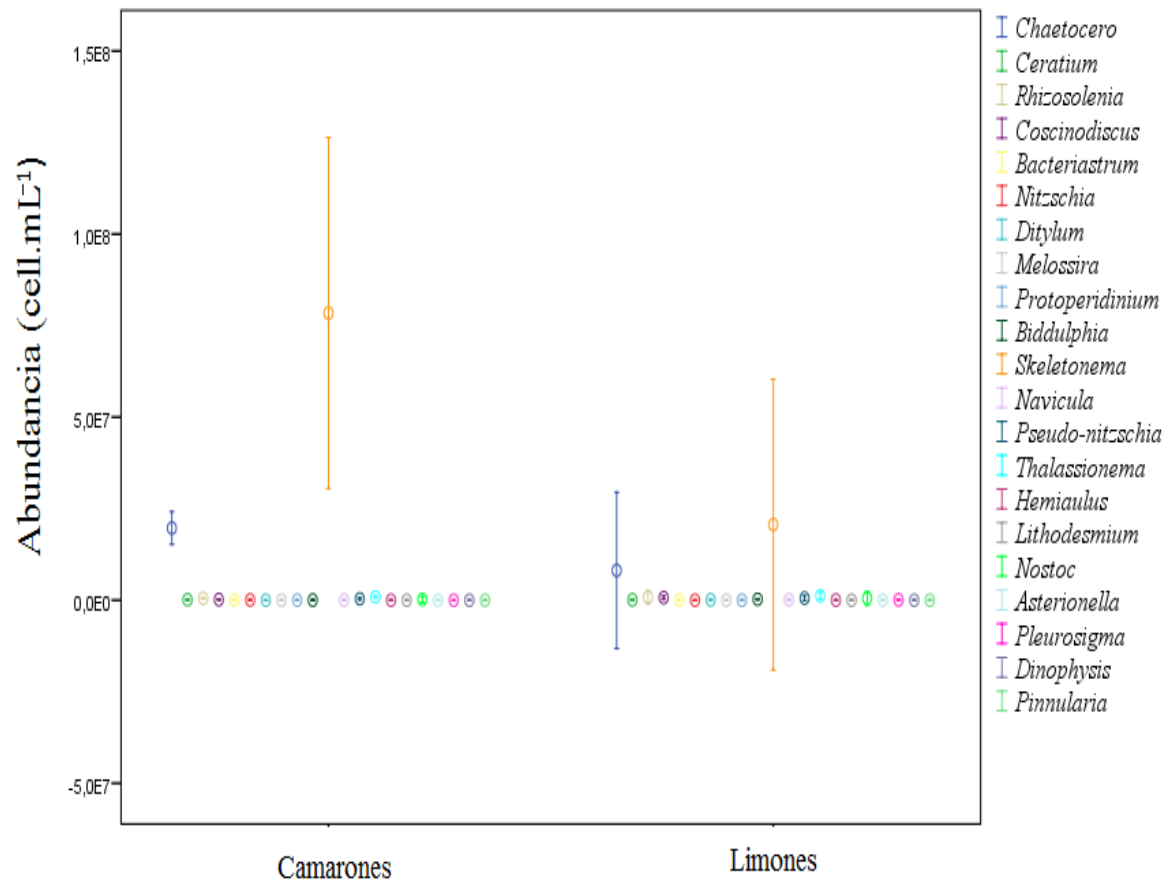


Figura 6. Abundancia relativa de los géneros de fitoplancton en el mes de febrero de las parroquias Camarones y Limones.

Finalmente, las abundancias relativas del mes de marzo en la parroquia de Limones destacan al género *Skeletonema* con  $32.448.426 \pm 994.524 \text{ cell.ml}^{-1}$  y *Chaetocero* con un total de  $36.151.826 \pm 45.416.894 \text{ cell.ml}^{-1}$ , siendo este último superior al de la parroquia de Camarones que solo presentó  $6.938.142 \pm 11.281.071 \text{ cell.ml}^{-1}$ . En Limones el género *Chaetocero* presenta mayor variabilidad en sus datos, solapando a los demás (Figura 7).

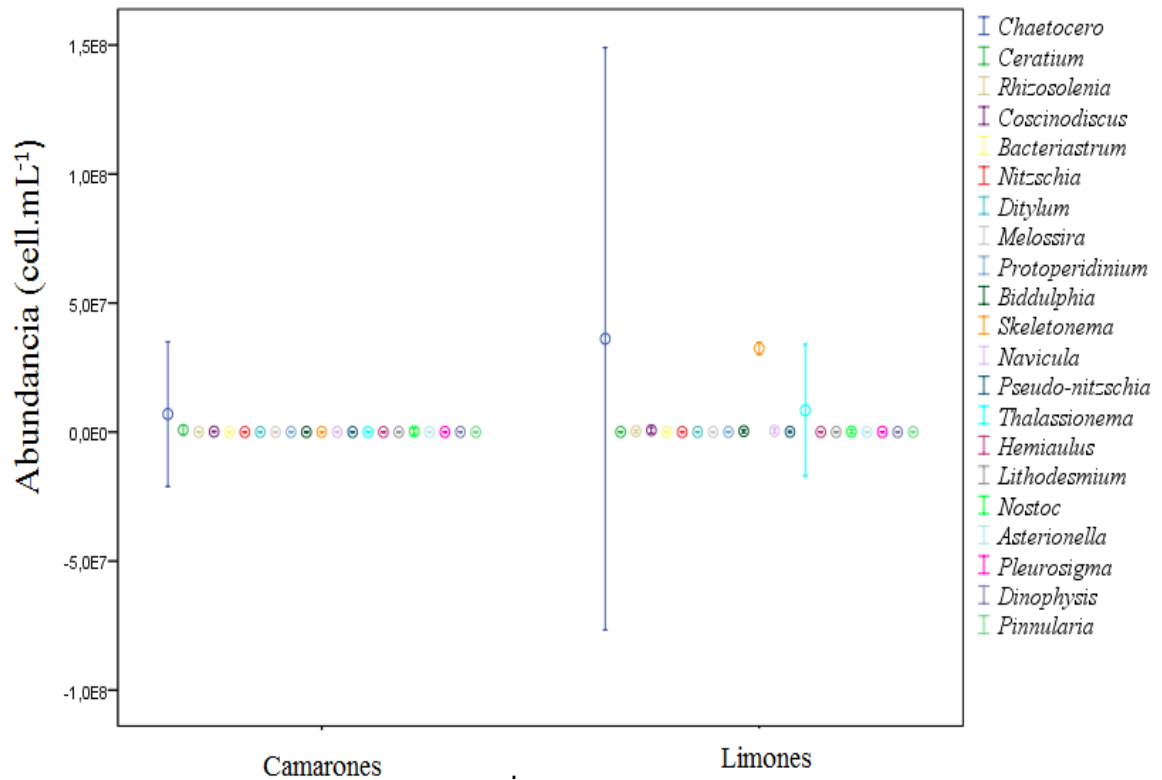


Figura 7. Abundancia relativa de los géneros de fitoplancton en el mes de marzo de las parroquias Camarones y Limones.

Se encontraron un mayor número de diferencias en abundancia de especies por fecha en Camarones que en Limones (Tabla 2), lo cual indica que en Limones la abundancia de las especies es más constante y no existe tanta variabilidad a lo largo de los meses, como si ocurre en Camarones con más frecuencia para las especies que se indican en la tabla 2.

Tabla 2

*HDS de Tukey Comparaciones Múltiples de las parroquias Camarones y Limones con un nivel de significancia ( $p < 0.05$ ).*

		Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Camarones	Noviembre					
	Diciembre	Rhi, Bac, Des1, Pnit				
	Enero	Cos	Rhi, Bac, Des1			
	Febrero	Rhi, Cos, Ske	Bac, Des1, Ske	Ske		
	Marzo	Cos, Nav, Din	Rhi, Bac, Des1, Pnit, Din	Pnit, Din	Rhi, Ske	
	Limones	Noviembre				
Diciembre						
Enero	Nit, Pnit					
Febrero	Pnit					
Marzo	Ske, Nav	Ske, Nav	Nav			

**Nota.** *Rhizosolenia (Rhi), Bacteriastrum (Bac), Coscinodiscus (Cos), Dinophysis (Din), Desconocido 1 (Desc1), Skeletonema (Ske), Navicula (Nav), Pseudo-nitzschia (Pnit), Nitzschia (Nit)*

### 3.3 Géneros potencialmente tóxicos presentes en los puntos de muestreo

Con respecto a los géneros potencialmente tóxicos, se encontró *Pseudo-nitzschia* en ambos puntos de muestreo, Camarones presentó mayor abundancia fluctuando entre 414.295 y 375.046 cell.ml<sup>-1</sup>, con promedio de  $204.967 \pm 180.363$  cell.ml<sup>-1</sup>, mientras tanto en Limones fluctúan entre 554.837 y 510.237 cell.ml<sup>-1</sup>, con promedio de  $143.913 \pm 233.608$  cell.ml<sup>-1</sup>. *Dinophysis* fue otro de los géneros encontrados, solo se presentó en Camarones en el mes de marzo con un total de  $43.610 \pm 32.924$  cell.ml<sup>-1</sup> (Figura 8).

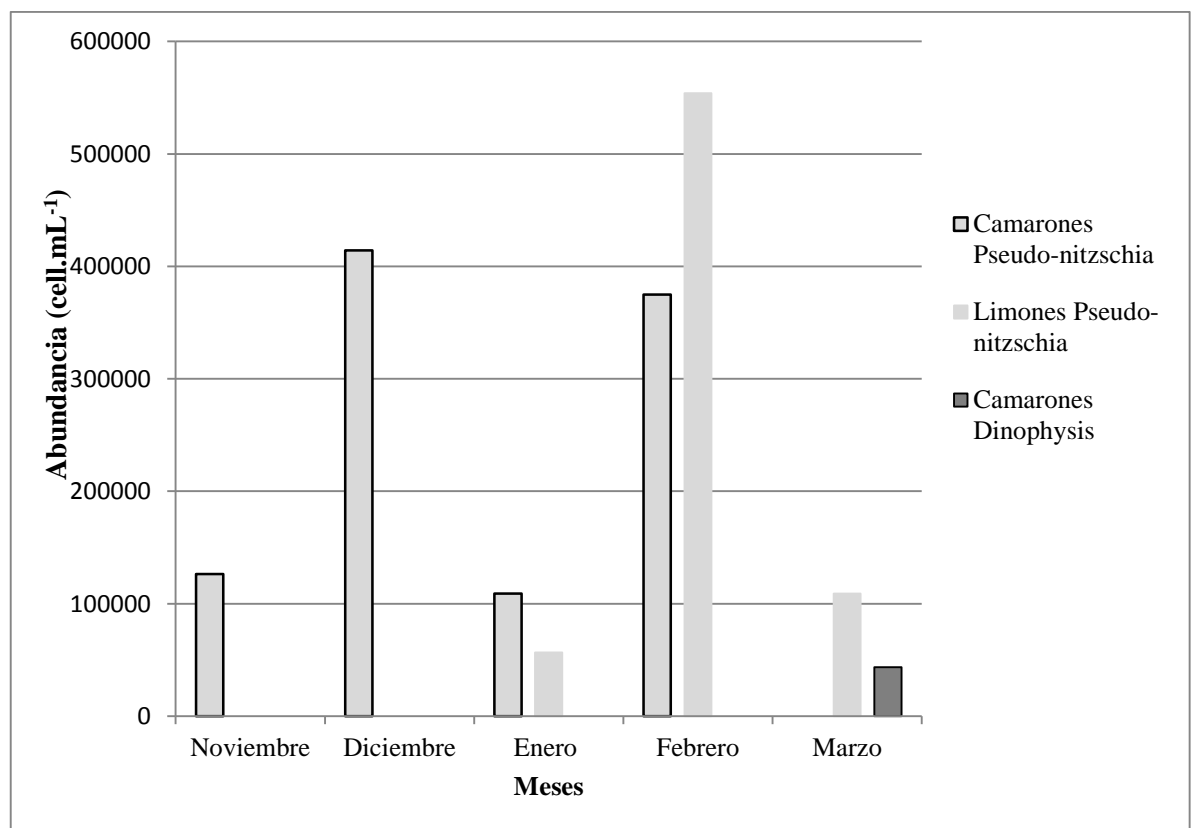


Figura 8. Géneros potencialmente tóxicos presentes en los puntos de muestreo.

### 3.4 Parámetros físico - químicos

En el presente estudio se tomaron los siguientes parámetros físico-químicos: temperatura, pH y salinidad en cada uno de los puntos de muestreo en el cual no se encontraron diferencias significativas entre las parroquias Camarones y Limones, sin embargo si hay diferencias significativas entre los meses de muestreo.

Uno de los parámetros físico - químicos analizados fue la temperatura, la misma que tuvo variaciones a lo largo de los meses de muestreo, las máximas se registraron en la parroquia de Limones con  $29,9^{\circ}\text{C}$  en el mes de febrero y las mínimas se presentaron en Camarones con  $26,3^{\circ}\text{C}$  en el mes de diciembre. Los resultados arrojados por el test ANOVA para el parámetro temperatura señalaron dos subconjuntos formados con los siguientes meses en Camarones, el primer subconjunto está conformado por los meses de noviembre  $26,61 \pm 0,03^{\circ}\text{C}$  y diciembre  $26,32 \pm 0,19^{\circ}\text{C}$  los cuales no tuvieron variaciones en la temperatura, el otro subconjunto está conformado por los meses de enero  $27,60 \pm 0,15^{\circ}\text{C}$ , febrero  $28,16 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$  y marzo  $28,86 \pm 0,70^{\circ}\text{C}$  donde existieron mayores variaciones en la temperatura. Con respecto a la parroquia de Limones se formaron dos subconjuntos uno abarca los meses de noviembre  $26,69 \pm 0,25^{\circ}\text{C}$ , diciembre  $26,83 \pm 0,01^{\circ}\text{C}$  y enero  $26,53 \pm 0,20^{\circ}\text{C}$  y el otro subconjunto abarca los meses de febrero  $29,80 \pm 0,15^{\circ}\text{C}$  y marzo  $29,23 \pm 1,01^{\circ}\text{C}$  (Figura 9).

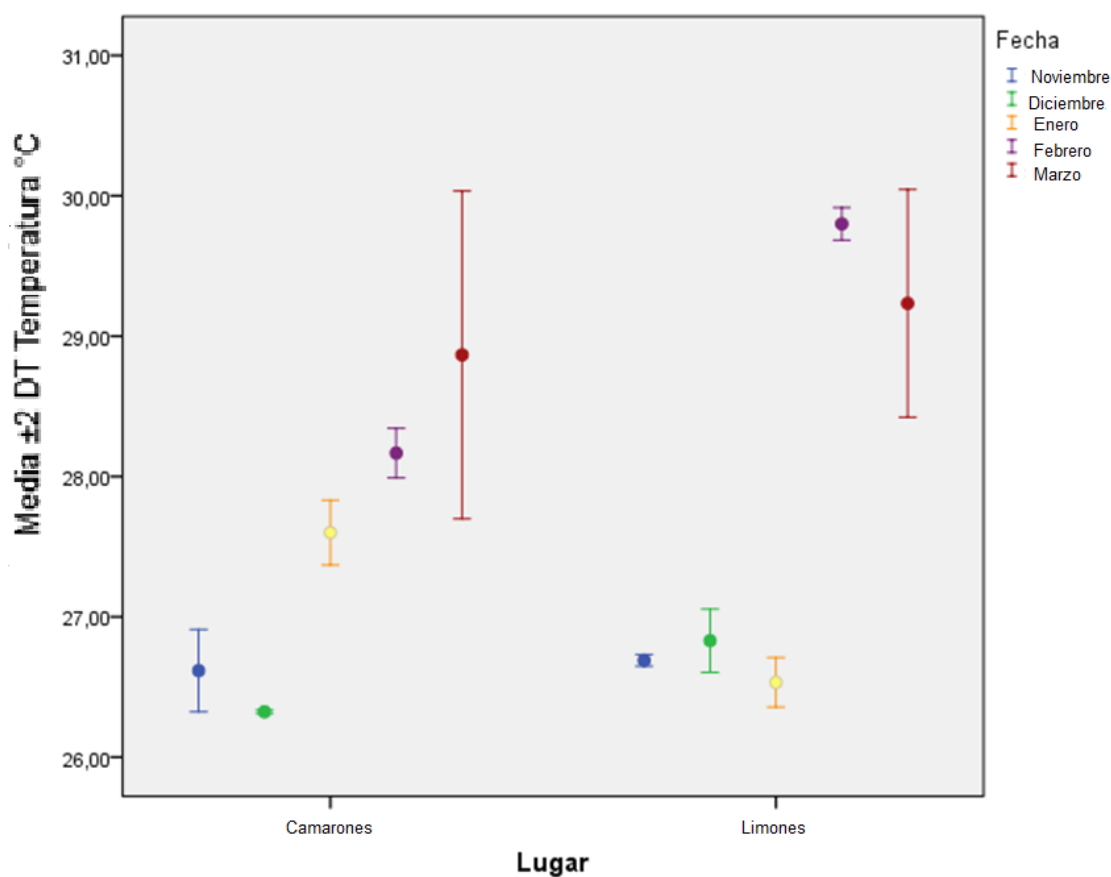


Figura 9. Temperaturas registradas en las parroquias Camarones y Limones durante los meses de noviembre 2016 a marzo 2017

Otro de los factores físico-químicos analizados fue el pH, mismo que no tuvo gran variación en los meses noviembre y diciembre en ambas parroquias, a diferencia de los meses de enero a marzo en donde se registró el menor valor de pH=7,23 en la parroquia de Limones del mes de febrero.

Los resultados arrojados por el test ANOVA para el parámetro pH señalaron tres subconjuntos formados con los siguientes meses en Camarones siendo uno de ellos noviembre  $10,05 \pm 0,17$  y diciembre  $9,84 \pm 0,09$ , el segundo subconjunto enero  $8,64 \pm 0,10$  y febrero  $8,70 \pm 0,02$  y el tercer subconjunto corresponde al mes de marzo  $7,92 \pm 0,04$ . En la parroquia de Limones a diferencia de Camarones se formaron cuatro subconjuntos lo cual quiere decir que hubo gran variabilidad de pH (Figura 10).

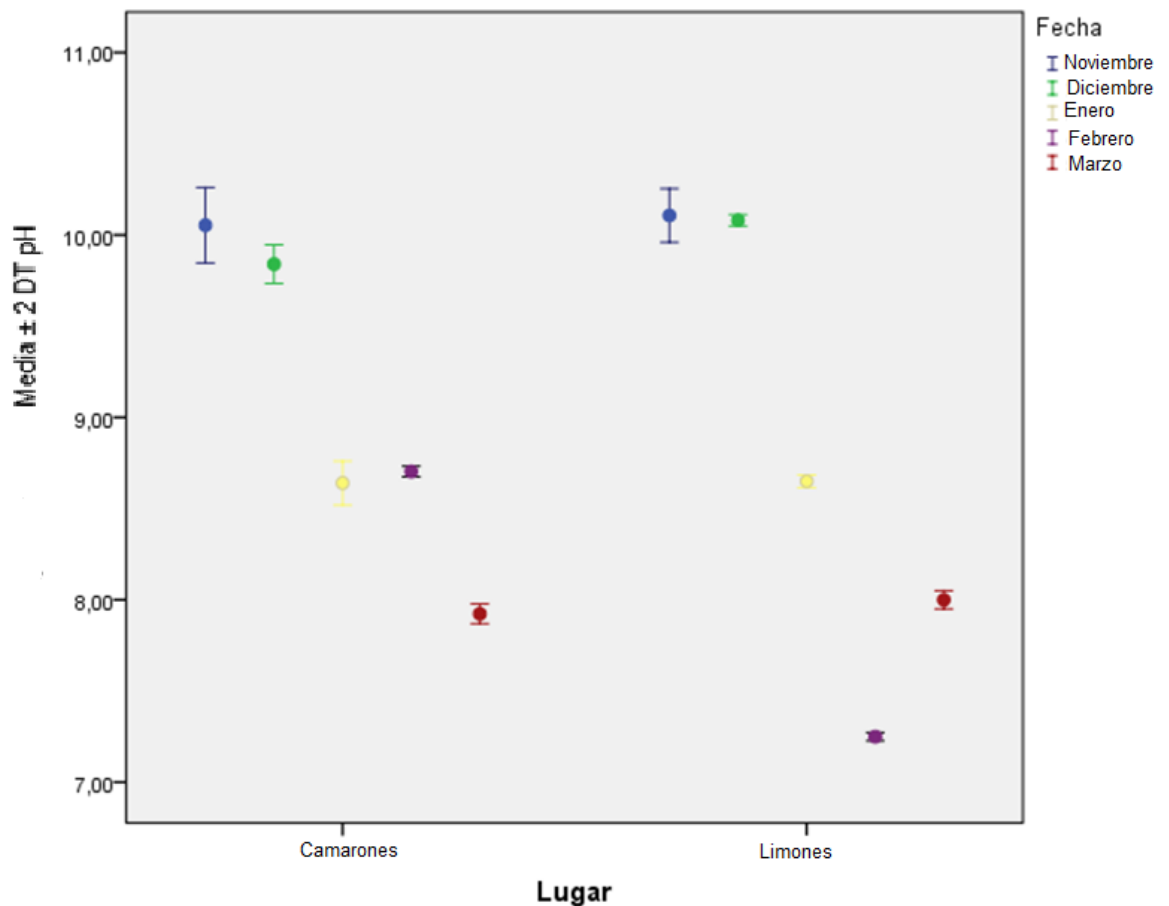


Figura 10. Nivel de pH registrado en las parroquias de Camarones y Limones durante los meses de noviembre 2016 a marzo 2017.

Con respecto a la salinidad las variaciones fueron bastante altas, en la parroquia de Camarones la máxima se registró en el mes de diciembre con 30,7 UPS y la mínima se registró en el mes de marzo con 10 UPS, en la parroquia de Limones la máxima se registró en el mes de noviembre con 27,58 y la mínima se presentó en el mes de marzo con 9 UPS.

Los resultados arrojados por el test ANOVA para el parámetro salinidad señalaron tres subconjuntos formados con los siguientes meses en Camarones noviembre con  $29,69 \pm 0,33$  UPS y diciembre con  $30,66 \pm 0,06$  UPS, otro subconjunto fue de los meses enero  $21,60 \pm 0,06$  UPS y febrero  $20,00 \pm 0,01$  UPS y el mes de marzo en el que se presentó la menor salinidad  $14,66 \pm 4,16$  UPS. En la parroquia de Limones también se formaron tres subconjuntos uno de ellos corresponde a los meses de noviembre con  $27,18 \pm 0,52$  UPS y diciembre con  $26,3 \pm 1,17$  UPS, el siguiente subconjunto está conformado por los meses enero con  $18 \pm 3,11$  UPS y febrero con  $18 \pm 3,11$  UPS, y el

tercer subconjunto está conformado por el mes de marzo con  $10,66 \pm 1,52$  UPS (Figura 11).

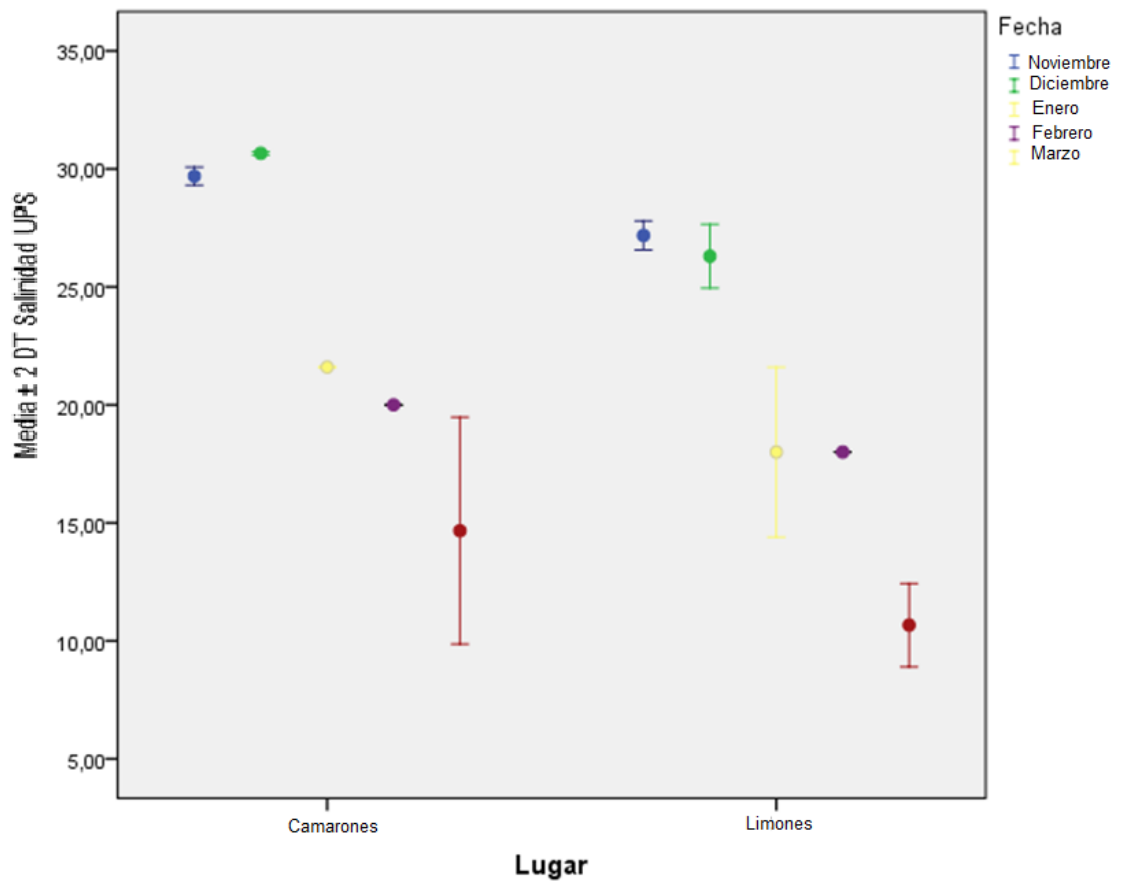


Figura 11. Salinidad registrada en las parroquias Camarones y Limones durante los meses de noviembre 2016 a marzo 2017

## CAPITULO IV: DISCUSIÓN

Este trabajo describe la caracterización de la comunidad fitoplanctónica y potencialmente tóxica de las parroquias Camarones y Limones la cual aporta información muy relevante debido a la escasa información científica que existe en la provincia de Esmeraldas. Las parroquias de Camarones y Limones dedican parte de sus actividades al turismo, a la agricultura y en su mayoría a la pesca artesanal. Actualmente en Ecuador no existe una legislación sobre el control de fitoplancton en zonas de producción por lo que la falta de control podría causar afectaciones a la comunidad fitoplanctónica y a su vez a la salud de la población (GADPE, 2015). Este trabajo pretende aportar una visión preliminar del estado en el que se encuentran estas dos parroquias en cuanto a la comunidad fitoplanctónica.

La identificación de las especies de fitoplancton de las parroquias Camarones y Limones de la provincia de Esmeraldas correspondiente a los meses noviembre 2016 – marzo 2017 registró con mayor predominancia a las diatomeas frente a los dinoflagelados durante todos los meses de muestreo. Este resultado coincide con Torres y Tapia (1998) quienes durante los años 1997-1998 en su estudio a 10 millas de la costa en La Libertad provincia de Santa Elena, Ecuador, el grupo de diatomeas resultó ser más frecuente y abundante en relación a los dinoflagelados. Esto se puede relacionar con Round et al. (1990) quien manifiesta que las diatomeas son uno de los grupos que mayor distribución cosmopolita, riqueza específica y variedad de hábitats. Dentro de las diatomeas, los géneros de mayor abundancia fueron *Skeletonema*, *Coscinodiscus*, *Chaetocero* y *Thalassionema*. Estos géneros tienen en común características que se asocian con su abundancia puesto que son cosmopolitas, oceánicas y frecuentemente neríticas, es decir que se encuentran cerca de la costa (Vera, 2007). Además, la abundancia de cada uno de los géneros podría estar relacionada a diversos factores físico-químicos. Flores et al. (2010) manifiesta que los factores físico-químicos como la temperatura, la salinidad y el pH están relacionados directamente con la ausencia o presencia de diatomeas.

En cuanto a los dinoflagelados, Salinas (2014) afirma que al igual que las diatomeas son un grupo importante de fitoplancton que tiene una distribución cosmopolita y además presentan gran sensibilidad frente a parámetros físico químicos como la

temperatura y la salinidad, por lo cual puede determinar directa o indirectamente la fertilidad del mar. Cabe destacar que en grandes concentraciones se producen blooms algales también conocidas como mareas rojas en donde ciertas especies son nocivas. En investigaciones anteriores, Vera (2007) en su estudio realizado en la Libertad provincia de Santa Elena, Ecuador demostró que en el mes de marzo (época de lluvia) se producen blooms algales, siendo el género *Ceratium* el que mayor abundancia presenta. Esta afirmación coincide con los resultados que se obtuvieron en este estudio en el mes de marzo en la parroquia de Camarones donde los dinoflagelados fueron más presenciados que en otros meses de muestreo y en donde el género *Ceratium* se presenta con mayor abundancia con  $832.951 \text{ cell.mL}^{-1}$ . Esto puede ser debido a que la salinidad en el mes de marzo en Camarones tuvo una gran variación con respecto a los demás meses de muestreo de esta parroquia, debido a que los puntos de muestreo se vieron influenciados por las lluvias locales y la escorrentía en las zonas de manglar como lo mencionan Peña y Pinilla (2002) en su estudio en el Pacífico Colombiano.

En general no se presentaron diferencias entre la abundancia de géneros entre Camarones y Limones, pero si se encontraron diferencias significativas de abundancias de géneros con las fechas de muestreo. La parroquia de Camarones presentó mayores diferencias significativas de noviembre a febrero en los siguientes géneros: *Rhizosolenia*, *Coscinodiscus*, *Bacteriastrum*, *Skeletonema* y *Navicula*, mismos que se presentan en mayor abundancia en aguas cálidas según Basilio (2014), las diferencias se dan en los meses de noviembre y diciembre con respecto a los demás meses de muestreo en donde varía la abundancia y en ocasiones la ausencia de estos géneros debido al cambio de las temperaturas. Sin embargo al ser este estudio realizado en un corto tiempo y además estar limitado en cuanto a puntos de muestreo no se puede correlacionar la temperatura con la abundancia de las diatomeas. La temperatura tuvo variaciones durante las fechas de muestreo de ambas parroquias, los meses de febrero y marzo fueron donde se presentaron las más altas temperaturas lo cual se podría relacionar con la abundancia de ciertos géneros de diatomeas (Flores *et al.*, 2010).

En Limones las diferencias significativas entre fechas de muestreo se presentaron en los géneros *Skeletonema*, *Navicula*, *Pseudo-nitzschia* y *Nitzschia* en los meses de noviembre a enero, los tres primeros géneros mencionados no tienen gran abundancia en los meses de enero a marzo con respecto a la abundancia del mes de noviembre debido a que no se presentaron altas temperaturas, considerando que una alta

temperatura sea mayor a 30°C. El género *Nitzschia* se presenta en mayor abundancia en bajas temperaturas como sucedió en el mes de noviembre en el cual se registró una temperatura de 26,69°C, lo cual la diferencia de los demás meses de muestreo.

Respecto a los géneros potencialmente tóxicos presentes en Camarones y Limones se encontraron a *Pseudo-nitzschia* y *Dinophysis*. La presencia de estos géneros puede suponer riesgos en la salud de las personas ya que en grandes cantidades se producen florecimientos algales suficientes para acumular toxinas en moluscos y peces. La mayor abundancia del género *Pseudo-nitzschia* se encontró en Camarones en el mes de diciembre, mes donde se registró la temperatura más baja de 26,3 °C y también se registró la salinidad más alta 30,6 UPS de todas las fechas de muestreo. De acuerdo a los resultados de Galeano y Arteaga (2010), sobre la Cuenca Pacífica Colombiana se pudo comprobar la afinidad de este género por este tipo de ambientes de aguas frías con altas salinidades, en donde se registraron valores de salinidad de 32,88 UPS y temperatura de 25,39 °C. Para el caso de la salinidad, Thessen et al. (2005) afirman que este factor puede controlar el desarrollo, crecimiento y distribución del género *Pseudo-nitzschia* que puede desarrollarse de mejor manera en aguas altamente salinas. Sin embargo, hay especies de este género que pueden tolerar bajas salinidades. En este estudio la salinidad tuvo la misma variabilidad entre ambas parroquias durante el tiempo de muestreo, sin embargo, en los meses de enero a marzo empezó a disminuir por las épocas de lluvias Vera (2007), y en Limones donde se presentó el registro más bajo de salinidad se ve influenciado por la escorrentía de los manglares como lo aseguran Peña y Pinilla (2002), y las precipitaciones de la época lluviosa que se extienden en los meses de diciembre a junio (GAD Eloy Alfaro, 2015).

En cuanto a la temperatura Dortch et al. (1997) registraron un comportamiento semejante en el Golfo de México con las temperaturas registradas en este estudio, sin embargo, no se puede determinar con exactitud que la temperatura influya directamente con la abundancia de *Pseudo-nitzschia* puesto que los datos obtenidos son insuficientes debido al corto tiempo del estudio.

*Dinophysis* sólo se presentó en Camarones en el mes de marzo. La presencia de este género se puede relacionar según Galeano y Arteaga (2010) por el aumento de la temperatura superficial del agua después de la temporada invernal. A pesar de no tener gran abundancia respecto a los demás géneros, en este mes la diversidad disminuyó

considerablemente, de los 22 géneros restantes sólo se presentaron 7, lo cual pudiera ser un florecimiento algal, pero de acuerdo con Escalera et al. (2012), las abundancias superiores a  $1.000.000 \text{ cell.mL}^{-1}$  puede considerarse como un florecimiento algal y son suficientes para acumular toxinas en moluscos por encima del límite regulatorio (Yasumoto et al., 1980), por lo cual se puede excluir un florecimiento algal en la zona de estudio ya que la abundancia de este género fue de  $43.610 \text{ cell.mL}^{-1}$ . Pero no se debe descartar la posibilidad de que las biotoxinas marinas producidas por ciertas especies de dinoflagelados amenacen a la salud humana y seguridad alimentaria (FAO 2005).

Según Basilio (2014), si no se utilizan adecuadamente los combustibles de las embarcaciones y no se controlan las aguas servidas que se dirigen al mar, junto con la disposición de los residuos sólidos, estas actividades pueden provocar efectos irreversibles en algunas especies debido a la alteración de su entorno. Por esta razón, se debe hacer especial atención a los géneros *Dinophysis* y *Pseudo-nitzschia* que pueden causar florecimientos algales nocivos que traen consigo problemas en la salud de la población, disminución de la venta de mariscos en la zona, mortalidad de especies de peces, además de impactar negativamente a las actividades turísticas y actividades asociadas Torres (2011). Debido a los impactos negativos que se generan es necesario realizar tácticas de manejo integrado de zonas costeras, que ayuden a estar atentos a los eventos de mareas rojas, según Young et al. (2007); citado por Torres (2011).

Los factores físico - químicos que se analizaron fueron la temperatura, el pH y la salinidad, en los que de manera general no se encontraron diferencias significativas entre las parroquias, pero sí se encontraron diferencias significativas en cuanto los meses de muestreo, como ocurre para las abundancias de microalgas.

Los valores de pH tuvieron mayor variabilidad en la parroquia de Limones que en la de Camarones, mismos que pueden ser influenciados por el manglar. Al igual que la temperatura los niveles más bajos de pH se presentaron en los meses de febrero y marzo de ambas parroquias. Este factor puede no alterar la distribución de ciertas especies de fitoplacton (González, 2012).

## CAPITULO V: CONCLUSIONES

Durante los 5 meses de muestreo en las parroquias de Camarones y Limones se encontraron un total de 23 géneros en ambos lugares, los géneros con mayor abundancia tanto en Camarones como en Limones fueron *Chaetocero*, *Coscinodiscus*, *Thalassionema* y *Skeletonema* mismas que era esperado encontrarlas ya que la presencia de estos géneros se caracteriza por ser cosmopolitas, oceánicas y neríticas.

En general no se encontraron diferencias significativas entre la abundancia de géneros fitoplanctónicos de ambas parroquias, sin embargo, existieron géneros que fueron significativos en cuanto a fechas de muestreo como es el caso de los géneros *Rhizosolenia*, *Coscinodiscus*, *Bacteriastrum*, *Skeletonema* y *Navicula* en la parroquia de Camarones y *Skeletonema*, *Navicula*, *Nitzschia* y *Pseudo-nitzschia* en la parroquia de Limones. Esto se da debido a la variación de la abundancia de géneros que puede relacionarse directamente con los diferentes parámetros físicos químicos como la salinidad y la temperatura.

Los géneros potencialmente tóxicos encontrados en Camarones y Limones fueron *Pseudo-nitzschia* y *Dinophysis*, este último encontrado solo en Camarones en el mes de marzo no se lo considera como una amenaza para la población debido a la cantidad de individuos encontrada, sin embargo, no se debe descartar la posibilidad de que éstos proliferen.

## **RECOMENDACIONES**

Es de suma importancia utilizar los mismos equipos calibrados y que el muestreador sea el mismo al tomar y al analizar las muestras en campo durante todo el tiempo de muestreo para minimizar el margen de error.

Se deberían realizar más estudios referentes a las comunidades fitoplanctónicas potencialmente tóxicas con mayor tiempo en el que se pueda recolectar más datos que puedan descartar con seguridad la presencia de especies tóxicas en los puntos de muestreo.

Debería existir la posibilidad de que se realicen estrategias de manejo integrado de zonas costeras, ya que actividades antropogénicas como la sobrepesca, el uso inadecuado de combustibles y mala disposición de residuos sólidos y aguas residuales podría alterar el entorno aumentando la presencia de ciertas especies potencialmente tóxicas que podrían ser perjudiciales para la salud de los habitantes y las actividades económicas de la zona.

Se deben realizar campañas de buenas prácticas ambientales con las comunidades aledañas de los sitios de muestreo para que conozcan la importancia del fitoplancton y disminuyan las actividades que puedan alterar a especies potencialmente tóxicas.

## REFERENCIAS

- Acta Oceanográfica del Pacífico. (2014). Volumen 19 (1), 2da Edición.
- Arce, O. (2006). Indicadores Biológicos de la calidad del agua. Recuperado el Noviembre de 2016, de [http://www.pnuma.org/agua-miaac/Curso%20Regional%20MIAAC/Conferencias/Dia%205%20\(14-agosto-2010\)/MIAAC%20PNUMA%20PAN%20AGO%2010%20MAX/BIBLIOGRAFIA/indicadoresBiologicosCalidadAgua.pdf](http://www.pnuma.org/agua-miaac/Curso%20Regional%20MIAAC/Conferencias/Dia%205%20(14-agosto-2010)/MIAAC%20PNUMA%20PAN%20AGO%2010%20MAX/BIBLIOGRAFIA/indicadoresBiologicosCalidadAgua.pdf)
- Basilio, V. (2014). Distribución y abundancia del fitoplancton (Diatomeas y Dinoflagelados) en la Bahía de Santa Elena (Salinas – Ecuador) de julio – diciembre del 2013. La Libertad, Ecuador
- Ciencia y Biología. (2014). Fitoplancton. Recuperado el Noviembre de 2016, de <http://cienciaybiologia.com/fitoplancton/>
- Cifuentes J., Torres P., & Frías M. (1997). La ciencia para todos. 2da Edición
- Coello, D., Prado, M., Cajas, J., & Cajas de L. (2010). Variabilidad del plancton en estaciones fijas frente a la costa ecuatoriana. Revista de Ciencias del Mar y Limnología, V. 4 (2) pág. 23-43
- Confederacion Hidrografica del Ebro. (2005). Protocolos de muestreo y análisis para fitoplancton. Metodologia para el establecimiento el Estado Ecológico según la Directiva MARCO del Agua (págs. 22-24).
- Directiva (UE) 2015/1787
- Domingues, R. B., Anselmo, T. P., Barbosa, A. B., Sommer, U., & Galvão, H. M. (2011). Nutrient limitation of phytoplankton growth in the freshwater tidal zone of a turbid, Mediterranean estuary. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 91(2), 282-297.
- Dortch, Q., R. Robichaux, S. Pool, D. Milsted, G. Mire, N. N. Rabalais, T. M. Soniat, G. A. Fryxell, R. E. Turner & M. L. Parsons. (1997). Abundance and vertical flux of Pseudo-nitzschia in the northern Gulf of Mexico. Mar. Ecol. Prog. Ser., 146: 249-264

- Escalera, L., Pazos, Y., Doval, M. D. & Reguera, B. (2012). A comparison of integrated and discrete depth sampling for monitoring toxic species of *Dinophysis*. *Marine Pollution Bulletin*, 64(1), 106-113.
- Falkowski, P. G., Katz, E., Knoll, A. H., Quigg, A., Raven, J. A., Schofield, O., & Taylor, F. J. R. (2004). The Evolution of Modern Eukaryotic Phytoplankton. *Science*, 305, 354-360.
- FAO. (2005). *Biotoxinas Marinas*. Recuperado el 26 de Enero de 2017 de <http://www.fao.org/3/a-y5486s.pdf>
- Fundación Biodiversidad. (2016). *La diversidad de los Ecosistemas*. Recuperado el 29 de Noviembre de 2016, de <http://cienciaybiologia.com/fitoplancton/>
- Flores, A.W., Gómez Orellana, R. E. & A.J. Monterrosa Urías. (2010). Consideraciones generales para el estudio y monitoreo de diatomeas en los principales ríos de El Salvador. *En: Sermeño Chicas, J.M. & M. Springer (eds.). Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos. Proyecto Universidad de El Salvador (UES) San Salvador, El Salvador. 48 pág. Organización de los Estados Americanos (OEA). Editorial Universitaria UES, San Salvador, El Salvador. 48 pág.*
- GAD Eloy Alfaro. (2015). Recuperado el Diciembre de 2016, de <http://www.elyalfaro.gob.ec/>
- GADPE. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Esmeraldas*. Recuperado de [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0860000160001\\_PDOT%20ACTUALIZACION%202015\\_18-08-2015\\_12-32-18.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0860000160001_PDOT%20ACTUALIZACION%202015_18-08-2015_12-32-18.pdf)
- Galeano, M & Arteaga, E. (2010). *Distribución y abundancia de diatomeas del género Pseudo-nitzschia en condición de El Niño 2007 sobre la cuenca pacífica colombiana*. Cali, Colombia.
- González, C. (2012). *Estructura comunitaria del fitoplancton de la zona marino-costera entre Cabo Codera y Paparo. Sartenejas, Venezuela*.

- Jara, P. (2015). Calidad del agua de mar del Estero Huaylà y sus efectos en el crecimiento y supervivencia de larvas de *litopenaeusvannamei*. El Oro – Ecuador.
- Jiménez, R. & Bonilla D. (1980). Composición y distribución de la biomasa del plancton en el frente ecuatorial, Acta oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador, (1) pp. 19-64.
- Jiménez, R. (1989). Red Tide and Shrimp Activity in Ecuador. Establishing a Sustainable Shrimp Mariculture Industry in Ecuador. Ed. S. Olsen and L. Arriaga. pp 185-194. "[http://www.crc.uri.edu/download/ShrimpBook\\_RedTide\\_Jimenez .pdf](http://www.crc.uri.edu/download/ShrimpBook_RedTide_Jimenez.pdf)"
- Jiménez, R. (2008). Aspectos biológicos de El Niño en el Océano Pacífico ecuatorial, Edición de la Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Naturales – Centro de Biodiversidad CENBIO, Guayaquil Ecuador. 330 p.
- Kilham, P. & R. E. Hecky. (1988). Comparative ecology of marine and freshwater phytoplankton. *Limnology and Oceanography* 33:776-795
- Mozetič, P., Malačič, V., & Turk, V. (2008). A case study of sewage discharge in the shallow coastal area of the Northern Adriatic Sea (Gulf of Trieste). *Marine Ecology*, 29(4), 483-494.
- Neofronteras. (2010). El fitoplancton oceánico está desapareciendo. Recuperado en Diciembre de 2016, de <http://neofronteras.com/?p=3214>
- Peña, V & Pinilla, G. (2002). Composición, distribución y abundancia de la comunidad fitoplanctónica de la ensenada de Utría, Pacífico colombiano. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 37(1): 67-81, julio de 2002
- Platt, T., Jauhari, P & Sathyendranath, S. (1992). The importance and measurement of new production. En: P. Falkowski & A. Woodhead (eds.). *Primary productivity and biogeochemical cycles in the sea*. *Environ. Sci. Res.*, 43: 273-284 pp.
- Prado, M. & Cajas, J. (2010). Variabilidad del plancton en estaciones fijas frente a la costa ecuatoriana durante 2009. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología*. 4, (3), p. 23-32.

Reglamento (CE) N° 853/2004

Reglamento (CE) N° 1881/2006

Reynolds, C. S. (1984). The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge. 384 p.

Reynolds, C. S. (2006). Ecology of phytoplankton. Cambridge: Cambridge University Press.

Round, FE., Crawford, R.M., & Mann, DG. (1990). Diatoms: biology and morphology of the genera. Cambridge University Press.

Salazar, C. (2001). Caracterización de la estructura fitoplanctónica en aguas del Pacífico colombiano y su relación con eventos asociados al fenómeno El Niño. Tesis de Biología con Mención en Biología Marina. Universidad del Valle, Cali, 59Pp.

Salinas, L. (2014). Distribución y abundancia de dinoflagelados y su relación con los parámetros ambientales en la Bahía de Anconcito Salinas – Ecuador durante noviembre 2013 - marzo 2014. La Libertad, Ecuador.

Salmaso, N. (2002). Ecological Patterns of Phytoplankton Assemblages in Lake Garda: Seasonal, spatial and historical features. *Journal of Limnology*, 61(1), 95 – 115.

SIMCE. (2005). Evaluación de factibilidad de una red de áreas costeras y marinas protegidas en Ecuador. Guayaquil – Ecuador.

Suárez, B., López, A., Hernández, C., Clement, A., & L, Guzmán. (2002). Impacto económico de las floraciones de microalgas nocivas en Chile y datos recientes sobre la ocurrencia de veneno amnésico de los Mariscos. En *Floraciones Algas Nocivas en el Cono Sur Americano*, Sar E., M. Ferrario y B. Reguera (eds). Instituto Español de Oceanografía

Thessen, E., Q. Dortch, L. Parsons & W. Morrison. 2005. Effect of salinity on *Pseudo-nitzschia* species (Bacillariophyceae) growth and distribution. *J. Phycol.*, 41: 21-29

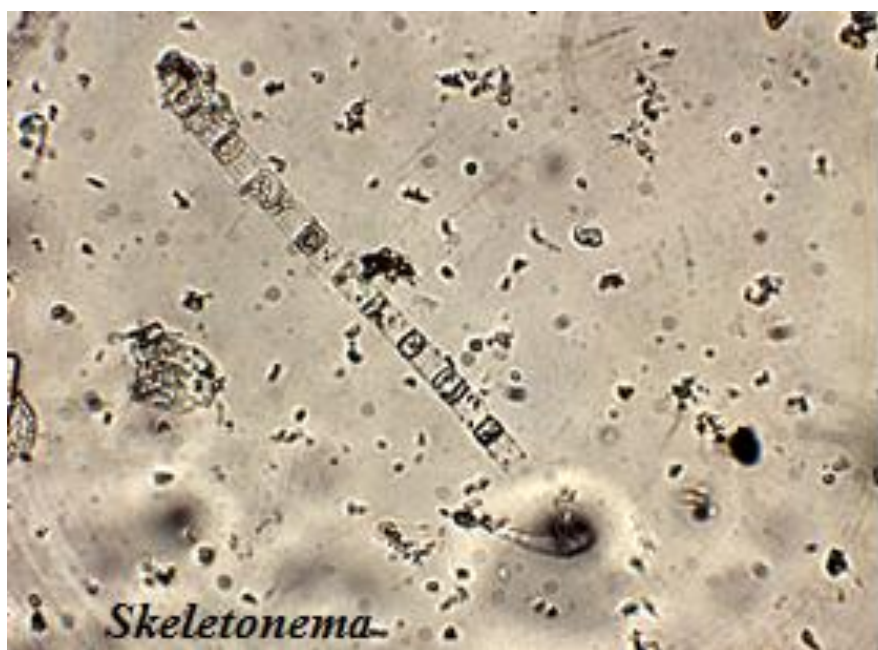
TULSMA. Libro VI Anexo I

- Torres, G. (2010). Composición y distribución del fitoplancton en aguas costeras ecuatorianas durante la niña (septiembre 2001). Guayaquil – Ecuador.
- Torres, G. (2011). Eventos de mareas rojas: Estrategias de manejo preventivas en Ecuador. Guayaquil, Ecuador
- Torres, G., & Tapia, M. (1998). Indicadores Biológicos del Primer Nivel Trófico en la costa ecuatoriana y su influencia en las pesquerías, durante El Niño 1997-98. Trabajo presentado en el Seminario Internacional “El Fenómeno El Niño 1997-1998: Evaluación y Proyecciones”, 9-12 noviembre de 1998, Guayaquil
- Utermöhl, H. (1958). Zur Vervollkommnung der quantitative Phytoplankton-Methodik. Mitt.Int.Ver. Limnol., 9:1-38
- Vázquez, G., González, I., Pérez, R. & Castro, T. (2006). Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua, Depto. El Hombre y su Ambiente, UAM-X [gavaz@correo.xoc.uam.mx](mailto:gavaz@correo.xoc.uam.mx)
- Vera, E. (2007). Distribución y abundancia del fitoplancton (diatomeas y dinoflagelados) en la Bahía de Santa Elena (La Libertad – Ecuador) durante octubre 2004 – octubre 2005. Guayaquil – Ecuador.
- Yasumoto, T., Oshima, Y., Sugawara, W., Fukuyo, Y., Oguri, H., Igarashi, T. & Fujita, N., (1980). Identification of *Dinophysis fortii* as the causative organism of diarrheic shellfish poisoning in the Tohoku district. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 46(11), 1405–1411.

## ANEXOS



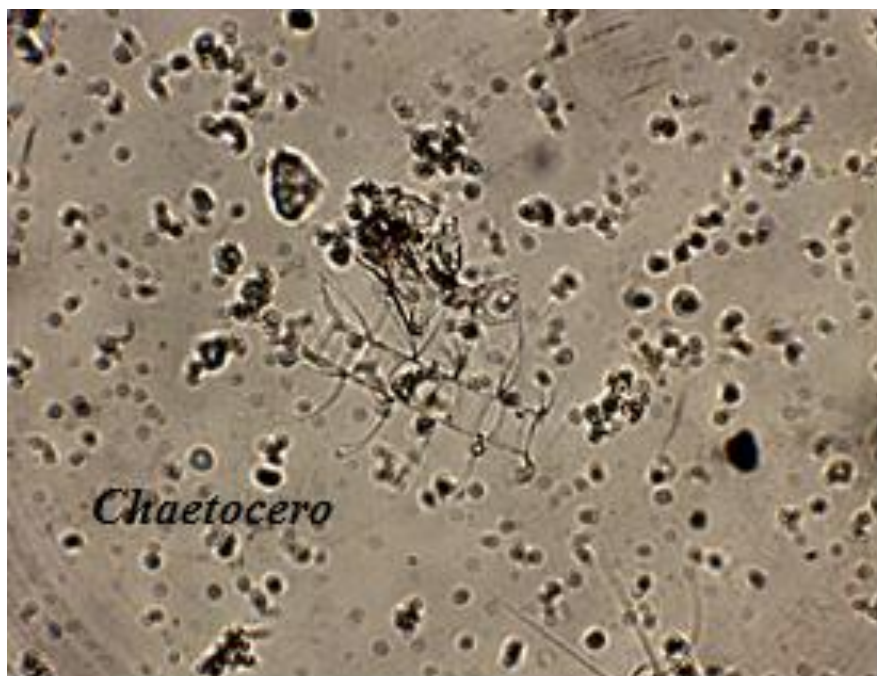
*Figura 12. Género de mayor abundancia Thalassionema*



*Figura 13. Género de mayor abundancia Skeletonema*



*Figura 14. Género de mayor abundancia Coscinodiscus*



*Figura 15. Género de mayor abundancia Chaetocero*



Figura 16. Género potencialmente tóxico *Dinophysis*



Figura 17. Género potencialmente tóxico *Pseudo-nitzschia*