UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE BIOLOGÍA

Trabajo de titulación previo a obtener el grado académico de Bióloga

Variación temporal del plancton en Puerto López, Manabí 2013-2014.

AUTOR: Roxana Mishell Paranza Gavilanes.

TUTOR: Blga. Gabriela Vergara Grandes, MSc.

COTUTOR: Blga. Jaqueline Cajas Flores, MSc.

GUAYAQUIL, JUNIO, 2020

ANEXO VI. – CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE BIOLOGÍA

Guayaquil, 2 de marzo del 2020

Sra. Dialhy Coello, Mgs.
DIRECTORA(e) DE LA CARRERA DE BIOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación Variación temporal del plancton en Puerto López, Manabí 2013-2014 de la estudiante Roxana Mishell Paranza Gavilanes, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado del porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que la estudiante Roxana Mishell Paranza Gavilanes, está apta para continuar el proceso de revisión final.

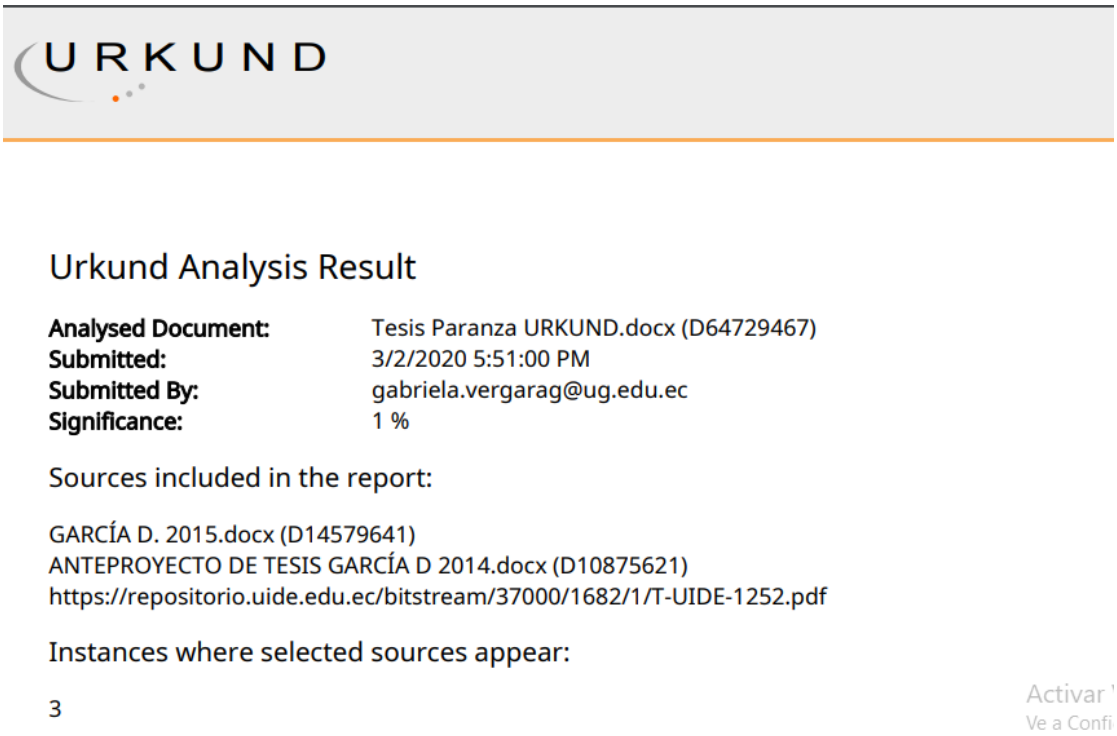
Atentamente,

_____
Blga. Gabriela Vergara Grandes, MSc.
TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
C.I. 0925583858
FECHA: 28 de febrero del 2020

ANEXO VII. – CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado Gabriela Vergara Grandes, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por Roxana Mishell Paranza Gavilanes, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Bióloga.

Se informa que el trabajo de titulación: Variación temporal del plancton en Puerto López, Manabí 2013-2014, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio URKUND quedando el 1% de coincidencia.



URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document: Tesis Paranza URKUND.docx (D64729467)
Submitted: 3/2/2020 5:51:00 PM
Submitted By: gabriela.vergarag@ug.edu.ec
Significance: 1 %

Sources included in the report:

GARCÍA D. 2015.docx (D14579641)
ANTEPROYECTO DE TESIS GARCÍA D 2014.docx (D10875621)
https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1682/1/T-UIDE-1252.pdf

Instances where selected sources appear:

3

Activar
Ve a Confi

_____
Blga. Gabriela Vergara Grandes, MSc.
TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
C.I. 0925583858
FECHA: 28 de febrero del 2020

ANEXO VIII. – INFORME DEL DOCENTE REVISOR

Guayaquil, 6 de junio 2020

Sra. Dialhy Coello, Mgs.
DIRECTORA(e) DE LA CARRERA DE BIOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la **REVISIÓN FINAL** del Trabajo de Titulación Variación temporal del plancton en Puerto López, Manabí 2013-2014 de la estudiante Roxana Mishell Paranza Gavilanes. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:
El título tiene un máximo de 10 palabras.
La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.
El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.
La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.
Los soportes teóricos son de máximo 15 años.
La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:
El trabajo es el resultado de una investigación.
El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que la estudiante Roxana Mishell Paranza Gavilanes está apta para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

_____
Blga. Dialhy Coello, Mgs.
DOCENTE TUTOR REVISOR
C.I. 1201711999
FECHA: 8 de abril del 2020

ANEXO XI.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Variación temporal del plancton en Puerto López, Manabí 2013-2014		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Paranza Gavilanes Roxana Mishell		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Coello Dialhy / Vergara Grandes Gabriela		
INSTITUCIÓN:	Universidad de Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Facultad de Ciencias Naturales		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:	Biología		
GRADO OBTENIDO:	Biólogo		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	Junio 2020	**No. DE PÁGINAS:**	38
ÁREAS TEMÁTICAS:	Conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	fitoplancton; zooplancton**;** abundancia; variación temporal		

RESUMEN/ABSTRACT (173-250 palabras):

El presente estudio analizó la variación temporal del plancton en la estación fija a 8 millas náuticas frente a Puerto López, Manabí. Se colectaron muestras del plancton desde septiembre 2013 hasta diciembre 2014, mediante arrastres verticales con redes cónicas de 55 y 200 micrometros y se tomaron datos de temperatura, salinidad, profundidad Secchi y densidad. Se identificaron 111 especies de fitoplancton, donde las Rhizosoleniaceaes mostraron la mayor densidad y 107 especies de zooplancton, con mayor representatividad de copépodos calanoides. Con base a la diversidad y su distribución espacial, se considera que la comunidad planctónica en Puerto López está constituida por especies neríticas típicas de aguas templadas y poblaciones permanentes características de aguas cálidas. Adicionalmente, el plancton no mostró una tendencia temporal definida, exhibiendo así variaciones en composición y abundancia. El Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) sugiere que las poblaciones planctónicas están influenciadas por las variables ambientales (TSM, salinidad y densidad); sin embargo, se asume que las variables químicas juegan un rol fundamental en la dinámica de la comunidad planctónica frente a Puerto López.

ADJUNTO PDF:	SI (X)	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	**Teléfono:** 0989895371	E-mail: roxana.paranzag@ug.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	**Nombre:** Universidad de Guayaquil	
	Teléfono: (04) 3080777 – 3080758	
	E-mail: info@fccnngye.com	

ANEXO XII. – DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES ACADÉMICOS

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE BIOLOGÍA

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES ACADÉMICOS

Yo, Roxana Mishell Paranza Gavilanes con C.I. No. 0941657215, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es Variación temporal del plancton en Puerto López, Manabí 2013-2014 son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible para el uso no comercial a favor de la Universidad de Guayaquil.

Roxana Paranza
C.I. No. 0941657215

.

ANEXO XIII. – RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE BIOLOGÍA

Variación temporal del plancton en Puerto López, Manabí 2013-2014

Autor: Roxana Mishell Paranza Gavilanes
Tutor: Blga. Gabriela Vergara Grandes, MSc
Cotutor: Blga. Jaqueline Cajas Flores, MSc.

Resumen

El presente estudio analizó la variación temporal del plancton en la estación fija a 8 millas náuticas frente a Puerto López, Manabí. Se colectaron muestras del plancton desde septiembre 2013 hasta diciembre 2014, mediante arrastres verticales con redes cónicas de 55 y 200 micrometros y se tomaron datos de temperatura, salinidad, profundidad Secchi y densidad. Se identificaron 111 especies de fitoplancton, donde las Rhizosoleniaceaes mostraron la mayor densidad y 107 especies de zooplancton, con mayor representatividad de copépodos calanoides. Con base a la diversidad y su distribución espacial, se considera que la comunidad planctónica en Puerto López está constituida por especies neríticas típicas de aguas templadas y poblaciones permanentes características de aguas cálidas. Adicionalmente, el plancton no mostró una tendencia temporal definida, exhibiendo así variaciones en composición y abundancia. El Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) sugiere que las poblaciones planctónicas están influenciadas por las variables ambientales (TSM, salinidad y densidad); sin embargo, se asume que las variables químicas juegan un rol fundamental en la dinámica de la comunidad planctónica frente a Puerto López.

Palabras claves: fitoplancton; zooplancton**;** abundancia; variación temporal

ANEXO XIV. – RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE BIOLOGÍA

Temporal variation of plankton in Puerto López, Manabí 2013-2014

Author: Roxana Mishell Paranza Gavilanes
Advisor: Blga. Gabriela Vergara Grandes, MSc
Co-advisor: Blga. Jaqueline Cajas Flores, MSc.

Abstract

The present study analyzed the temporal variation of plankton in a fixed station at 8 nautic miles in front of Puerto Lopez, Manabí. Plankton samples were collected from September 2013 to December 2014, though vertical trawls using conical nets of 55 and 200 microns. Temperature, salinity, Secchi depth and density data were taken. A total of 111 phytoplankton species were identified, where Rhizosoleniaceaes showed the highest density and 107 species of zooplankton, with the highest representativeness of calanoid copepods. Based on diversity and its spatial distribution, it is considered that the planktonic community in Puerto Lopez is constituted by typical neritic species of temperate waters and permanent populations characteristic of warm waters. Additionally, plankton did not show a clear temporal trend, thus exhibiting variations in composition and abundance. Canonical Correspondence Analysis (CCA) suggests that planktonic populations are influenced by environmental variables (SST, salinity and density). However, it is assumed that chemical variables play a fundamental role in the dynamics of the planktonic community in Puerto Lopez.

Keywords: phytoplankton; zooplankton; abundance; temporal variation

© Derechos de autor
Roxana Mishell Paranza Gavilanes
2020

Dedicatoria

A mis padres por el infinito apoyo que me han brindado, son la base de todo en mi vida; y a mi esposo que con su amor incondicional me motiva constantemente a superarme.

Agradecimientos

A Dios, que por su inmensa bondad, me regala la vida, y con ella innumerables bendiciones.

A mis padres, Segundo y Elva, que con tanto amor se han esforzado por darme lo mejor, son una bendición de Dios en mi vida y me han enseñado que con esfuerzo todo es posible. Sus manifestaciones de afecto, cariño, veracidad y sobre todo su humildad me enseñaron amar a Dios, por tanto y tanto, muchas gracias!

A mi esposo David, que me ha manifestado siempre su comprensión, gracias por ayudarme a encontrar el lado dulce a la vida, por acompañarme y apoyarme incondicionalmente durante este tiempo.

A mis maestros que fueron parte de mi formación académica, siempre con predisposición y paciencia.

A mis queridas biólogas Gabriela Vergara y Jacqueline Cajas, a quienes admiro por su gran paciencia y profesionalismo, gracias por ser guía en el transcurso de mi proyecto de la manera más amable.

A mis amigas, Jessenia, Mildred y Sharon, gracias por ser parte de este hermoso tiempo, por demostrarme que puedo contar con ustedes. Han sido geniales conmigo..!

Y como dejar atrás a todos mis compañeros del tiempo universitario, que gracias a las experiencias que he compartido, he aprendido a mejorar como persona.

Tabla de Contenido

1 INTRODUCCIÓN....1
1.1 OBJETIVOS....4
1.1.1 Objetivo general....4
1.1.2 Objetivos específicos....4
2 ANTECEDENTES....5
3 MATERIALES Y MÉTODOS....8
3.1 Área de estudio....8
3.2 Obtención de datos biológicos y físicos....9
3.3 Análisis de datos....9
4 RESULTADOS....11
4.1 Descripción del plancton en la estación fija frente a Puerto López....11
4.1.1 Fitoplancton....11
4.1.1.1 Variación temporal....12
4.1.1.2 Diversidad....13
4.1.2 Zooplancton....15
4.1.2.1 Variación temporal....17
4.1.2.2 Diversidad....18
4.2 Variables Físicas....20
4.3 Análisis Canónico....21
5 DISCUSIÓN....23
6 CONCLUSIONES....26
7 RECOMENDACIONES....27
8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS....28
9 ANEXOS....33

Índice de tablas

Tabla 1.Total de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equidad de Pielou (J'), Shannon & Weaver (H') y Simpson (1-Lambda') del fitoplancton en la estación a 8 millas frente a Puerto López, Ecuador. 14

Tabla 2 Total de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equidad de Pielou (J'), Shannon & Weaver (H') y Simpson (1-Lambda') del zooplancton en la estación a 8 millas frente a Puerto López, Ecuador. 19

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación de la estación a 8 millas frente Puerto López, Ecuador..... 8

Figura 2. Densidad total de los grupos de fitoplancton en la estación a 8 millas frente a Puerto López, Ecuador. 11

Figura 3. Densidad total de especies fitoplanctónicas en la estación a 8 millas frente a Puerto López, Ecuador. 12

Figura 4. Densidad mensual del fitoplancton en la estación a 8 millas frente a Puerto López, Ecuador. 13

Figura 5. Análisis de Escala Multidimensional (MDS) de la comunidad de fitoplancton en Puerto López, Ecuador. 15

Figura 6. Densidad total de los grupos (expresada en org.m^{-3}) de zooplancton en la estación a 8 millas frente a Puerto López 16

Figura 7. Densidad total de especies zooplanctónicas en la estación a 8 millas frente a Puerto López, Ecuador. 16

Figura 8. Densidad mensual del zooplancton en la estación fija frente a 8 millas de Puerto López, Ecuador. A) especies más abundantes; B) especies con abundancias inferiores a 4.2 %. 18

Figura 9. Análisis de Escala Multidimensional (MDS) de la comunidad de zooplancton en Puerto López, Ecuador. 20

Figura 10. A) Temperatura a 30 m, B) Salinidad a 30m, C) Densidad y D) Profundidad Shecci en la estación a 8 millas frente a Puerto López, Ecuador. 21

Figure 11 Diagrama de dispersión de análisis de correspondencia canónica de los datos de abundancia por clases del fitoplancton. Los vectores indican las variables ambientales: Salinidad (SAL), Temperatura superficial (TSM), Densidad (DEN) y Profundidad Secchi. 22

Figure 12. Diagrama de dispersión de análisis de correspondencia canónica de los datos de abundancia por clases del zooplancton. 22

TABLA DE ANEXOS

Anexo 1. Autorización de uso de datos otorgado por el INP:..... 33

Anexo 2.Especies de fitoplancton con densidades inferiores al 2,8%..... 34

Anexo 3. Clases de zooplancton con densidades relativas inferiores al 2,6%. 35

Anexo 4. Especies de zooplancton con densidades inferiores al 4,2%..... 36

Anexo 5. Resultado del Test Kruskal-Wallis en Fitoplancton 36

Anexo 6. Resultado del Test Kruskal-Wallis en Zooplancton 38

Anexo 7. Resultado del Test Kruskal-Wallis en Variables físicas. 38

Resumen

El presente estudio analizó la variación temporal del plancton en la estación fija a 8 millas náuticas frente a Puerto López, Manabí. Se colectaron muestras del plancton desde septiembre 2013 hasta diciembre 2014, mediante arrastres verticales con redes cónicas de 55 y 200 micrometros y se tomaron datos de temperatura, salinidad, profundidad Secchi y densidad. Se identificaron 111 especies de fitoplancton, donde las Rhizosoleniaceaes mostraron la mayor densidad y 107 especies de zooplancton, con mayor representatividad de copépodos calanoides. Con base a la diversidad y su distribución espacial, se considera que la comunidad planctónica en Puerto López está constituida por especies neríticas típicas de aguas templadas y poblaciones permanentes características de aguas cálidas. Adicionalmente, el plancton no mostró una tendencia temporal definida, exhibiendo así variaciones en composición y abundancia. El Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) sugiere que las poblaciones planctónicas están influenciadas por las variables ambientales (TSM, salinidad y densidad); sin embargo, se asume que las variables químicas juegan un rol fundamental en la dinámica de la comunidad planctónica frente a Puerto López.

Palabras claves: fitoplancton; zooplancton**;** abundancia; variación temporal

Abstract

The present study analyzed the temporal variation of plankton in a fixed station at 8 nautic miles in front of Puerto Lopez, Manabí. Plankton samples were collected from September 2013 to December 2014, though vertical trawls using conical nets of 55 and 200 microns. Temperature, salinity, Secchi depth and density data were taken. A total of 111 phytoplankton species were identified, where Rhizosoleniaceaes showed the highest density and 107 species of zooplankton, with the highest representativeness of calanoid copepods. Based on diversity and its spatial distribution, it is considered that the planktonic community in Puerto Lopez is constituted by typical neritic species of temperate waters and permanent populations characteristic of warm waters. Additionally, plankton did not show a clear temporal trend, thus exhibiting variations in composition and abundance. Canonical Correspondence Analysis (CCA) suggests that planktonic populations are influenced by environmental variables (SST, salinity and density). However, it is assumed that chemical variables play a fundamental role in the dynamics of the planktonic community in Puerto Lopez.

Keywords: phytoplankton; zooplankton; abundance; temporal variation

1 INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas marinos son sistemas dinámicos, en el que conviven y se interrelacionan comunidades de organismos con su medio ambiente, manteniendo, además, un flujo permanente de energía entre los diferentes niveles tróficos. Sin embargo, este flujo no es constante, sino que varía en función a las variables que lo condicionan, tales como, niveles de salinidad, temperatura, luz solar, nutrientes y corrientes oceánicas(Lara-Lara et al., 2016); dichas variables ejercen una fuerte influencia sobre la producción primaria permitiendo la sustentabilidad de estos ecosistemas (Ochoa & Tarazona, 2003).

Para el caso de Ecuador, su perfil costero se ubica en la franja tropical y está influenciado por dos grandes corrientes, en el norte por la corriente cálida de Panamá y en el sur por la corriente fría de Humboldt; donde, el punto de mezcla de ambas crea una zona de transición denominada Frente Ecuatorial caracterizada por surgencias acompañadas de florecimientos fitoplanctónicos (Pesantes Vigano, 1998) que son importantes para el crecimiento del zooplancton y demás comunidades asociadas. Además de las surgencias, las aguas ecuatorianas se favorecen del aporte de nutrientes provenientes de la región continental por el transporte de los ríos y escorrentías (Fuentes & Valle, 2014). En consecuencia, el continuo movimiento de estas masas de agua tiene un importante rol en la distribución y abundancia del plancton en las zonas costeras frente al Ecuador, influenciando así, la disponibilidad de los recursos pesqueros que representan una importancia socio-económica debido a los ingresos producto de la pesquería y como fuente de alimentación básica (Carreto, Negri, & Benavides, 1981).

El plancton (fitoplancton y zooplancton) es el principal componente de producción de los ecosistemas marinos, estos organismos habitan en la columna de agua y poseen una capacidad limitada para desplazarse, los cuales generalmente, son demasiado pequeños y se mantienen flotando a merced de las corrientes (Bakun, 1996; Cifuentes, Torres-García, & Mondragón, 2003). El fitoplancton está constituido por los productores primarios, siendo la base de la cadena alimentaria (Mulet, 2016) y se somete a un fuerte ciclo estacional en

aguas abiertas, por lo que, su distribución y abundancia reflejan patrones a gran escala relacionados directamente con el transporte de nutrientes en los sistemas marinos (Romero, Peters, Arin, & Guillén, 2014; Behrenfeld & Boss, 2014). Mientras que, el zooplancton representa el eslabón entre el fitoplancton y los consumidores secundarios hasta los niveles tróficos más altos, mediante la transferencia de energía y materia orgánica fijada por el fitoplancton. Además, constituye una fuente sustancial en la alimentación de larvas y juveniles de peces de importancia comercial de modo que, su dinámica es un factor de interés en la industria pesquera (Harris, Wiebe, Lenz, Skjoldal, & Huntley, 2000; Escribano & Castro, 2004).

De esta manera, el plancton, además del rol trófico que cumple, intervienen en la regulación del clima y en los ciclos biogeoquímicos debido a su capacidad de fijar carbono (Rodríguez, 2001; Inda-Diaz et al., 2013); es decir que, la mayor proporción de carbono orgánico que se recicla en el ecosistema marino ha sido captado inicialmente por el fitoplancton desde la atmósfera como CO_2 (algunas especies también utilizan el nitrógeno en su forma gaseosa N_2) y luego es transferido por el zooplancton a través de la red trófica pelágica (Mulet, 2016), los mismos que, mediante sus excretas o muerte contribuyen en el transporte de materia orgánica hacia las profundidades donde es aprovechada por organismos bentónicos, dicho proceso se lo denomina “bomba biológica del carbono” (Escribano & Castro, 2004).

El conocimiento de la estructura del plancton, así como, de los cambios ambientales en el medio oceánico permiten desarrollar sistemas de monitorización ambiental de masas de agua y establecer medidas preventivas de eventos climáticos conocidos como “El Niño” (agua cálida) y “La Niña” (aguas frías), debido a que, muchos organismos de este grupo actúan como especies indicadoras (Sierra Beltrán, 2000). Estos eventos tienen influencia en el sector pesquero (Vidal, Calado, Moita, & Cunha, 2017) que se reflejan en un incremento o disminución de la captura de especies comerciales según sean las preferencias características de cada especie con relación a la temperatura del agua (Arteaga, Tutasi, & Jiménez, 2006;Cassis, Muñoz, & Avaria, 2002)

En la actualidad, el cambio climático y la contaminación antropogénica son factores que podrían afectar la dinámica de los ecosistemas costeros (Vidal et al., 2017), especialmente, en zonas de importancia pesquera y turística como Puerto López, Provincia de Manabí, por lo tanto, es necesario saber cómo influyen las variables en relación a la biota de estos ecosistemas, tanto plancton como los niveles superiores de la cadena trófica que permitan determinar patrones de distribución a micro y mesoescala (García, 2016).

En consecuencia, debido a la relevancia socioeconómica y ecológica que presentan los ecosistemas marinos y sabiendo que la productividad de estos sistemas depende inicialmente del plancton, considerado como integrante esencial para el funcionamiento ecosistémico en las zonas costeras, este trabajo tiene como propósito analizar la variación temporal del plancton en una estación fija frente a Puerto López, así como determinar las variables que influyen en las comunidades planctónicas, con la finalidad de determinar patrones a microescala, y proporcionar información útil que permita un buen manejo de este ecosistema.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

- Analizar la variación temporal del plancton en la estación fija de Puerto López a 8 millas costa afuera durante 2017- 2018

1.1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la composición planctónica en la estación fija frente a Puerto López.
- Establecer las condiciones ambientales presentes en la estación fija Puerto López.
- Determinar las variables que influyen en las comunidades planctónicas.

2 ANTECEDENTES

La composición y abundancia del plancton en las zonas costeras responden a variables físicas, tales como temperatura y salinidad (Ochoa, Rojas, & Gómez, 1985), así como a variables químicas dada por la concentración de nutrientes provenientes de la región continental o por surgencias (Escribano & Castro, 2004).

En este contexto, García (2010) analizó los dinoflagelados en la costa ecuatoriana durante febrero 2001 donde se presentaron anomalías de temperaturas ligeramente cálidas, señalando que este grupo presenta una distribución de parches de bajas y altas concentraciones. La mayoría de las especies registradas son propias de la época cálidas, las mismas que han sido abundantes para los eventos "El Niño", sin embargo, se registraron especies que aumentaron su densidad pese a bajas temperaturas (24-26°C) en relación a las observadas durante "El Niño" (27-29°C) al sur de la costa ecuatoriana.

Posteriormente, Coello et al., (2010) determinaron que la distribución estacional de organismos en estaciones fijas frente al perfil costero que incluyen Esmeraldas, Puerto López y Salinas durante 2004 y 2006 tienen una relación intrínseca con las variables oceanográficas, además de, interrelaciones específicas entre los componentes del plancton, destacando como especies abundantes y frecuentes a *Cylindrotheca closterium* y *Guinardia striata* para fitoplancton y *Paracalanus indicus* y *Oncae media* para zooplancton, siendo Puerto López la localidad que registró mayores concentraciones de organismos zooplanctónicos.

Prado & Cajas, (2010 a) determinaron que las densidades del fitoplancton en Esmeraldas y Punta Galera fueron similares en relación al 2006, mientras que, en Puerto López se reportó una disminución en la densidad. Sin embargo, se observó una mayor abundancia de diatomeas, lo cual estuvo relacionado al descenso de la Temperatura Superficial (TSM) en el Pacífico central y oriental; mientras que, el zooplancton mostró bajas densidades en todas las localidades y estuvo constituida de organismos netamente tropicales, entre ellas: *Evadne tergestina* y *Penilia avirostris.*

Continuando con el estudio, Prado & Cajas (2009) consideraron al 2008 como el año más productivo del plancton en la costa ecuatoriana, en relación al 2006 y 2007, principalmente en Esmeraldas que alcanzó la mayor abundancia celular. Puerto López, por el contrario, evidenció valores bajos de fitoplancton, sin embargo, hay que recalcar que registró especies netamente oceánicas, tales como, *Rhizosolenia styliformis*, *Dactyliosolen fragilissimus* y *Planktoniella sol* para el fitoplancton; y *Canthocalanus pauper*, *Acrocalanus longicornis*, *Oikopleura dioica* y Ciphonautas para el zooplancton. El periodo de estudio presentó condiciones cálidas durante los primeros meses sin evidenciarse incrementos en las densidades de dinoflagelados; y, condiciones frías en el último trimestre del año que favoreció en la abundancia de especies del fitoplancton como *Chaetoceros radicans* y a los cladóceros del zooplancton.

La costa ecuatoriana evidenció una alta productividad representada principalmente por especies oceánicas durante el primer semestre del 2009, mientras que, la densidad disminuyó considerablemente en el siguiente semestre, considerándose una marcada variación temporal en el plancton. En el caso de Puerto López los géneros de mayor abundancia fueron, *Ceratium* y *Protoperidinium,* las cuales son especies que tienen afinidad a condiciones cálidas, y el copépodo *Paracalanus aculeatus* que es característico de aguas tropicales y subtropicales (Prado & Cajas, 2010b).

Posteriormente Naranjo & Tapia (2013) señalaron que la variación estacional en la Bahía de Manta durante el 2011 no tuvo gran influencia en la media poblacional del plancton, especialmente en los grupos zooplanctónicos, determinando densidades similares entre épocas estacionales, sin embargo, en relación a diversidad, la época seca registró una diversidad ligeramente alta en relación a la época lluviosa, como consecuencia de un enfriamiento determinado por las condiciones oceanográficas del Pacífico Ecuatorial. Las especies abundantes fueron *Rhizosolenia imbricata, Chaetoceros affinis*, y *Ch. curvisetus* para el fitoplancton; y, *Sagitta bedoti, S. enflata, S. peruviana*, *Penilia avirostris* y *Evadne tergestina* para el zooplancton.

Cajas (2012) analizó el zooplancton en las estaciones fijas de la costa ecuatoriana durante el 2012 evidenciando que diferencias en las tendencias anuales desde el 2003 hasta el 2012, estuvieron relacionadas con la TSM.

Adicionalmente, consideró el 2012 como el año de mayor abundancia, ya que registró valores de densidad superiores al promedio histórico, principalmente en los seis primeros meses. Además, se reportaron especies características de aguas frías como los copépodos *Oncaea conifera* y *Paracalanus parvus* que fueron dominantes en la época seca; mientras que, se presentó una proliferación de huevos de eufásidos y de los cladóceros *Evadne tergestina* y *Penilia avirostris* en la temporada húmeda. Finalmente, se identificó que el zooplancton costero es una comunidad mezclada con especies cosmopolitas, producto de la influencia de distintas masas de agua. Entre estas especies tenemos: *Temora stylifera, Centropages furcatus, Canthocalanus pauper, Eucalanus pileatus, Clausocalanus furcatus, Undinula vulgaris, Acrocalanus longicornis, Acartia tonsa, Calanopia minor, Calanus australis* y *Oncaea venusta.*

La relación de los parámetros abióticos con la abundancia del fitoplancton en la estación frente a Puerto López durante 2011-2012 fue descrita por García et al., (2015), quienes determinaron que existe una fuerte correlación del fitoplancton con nutrientes como nitrito, nitrato y silicato, y con la TSM, las mismas que influyeron en la abundancia del fitoplanctónica, destacando a *Nitzschia longissima y Cylindrotheca closterium* como las especies más abundantes durante la estación seca, sin embargo, los valores de abundancia registrados para ambos años fueron inferiores al promedio histórico establecido para esta zona.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

El perfil costero de Ecuador, localizado en el Pacífico Oriental, comprende una extensión de 1.100.000 km^2 de superficie aproximadamente (Collot, Sallarès, & Pazmiño, 2009). Para el estudio, el área seleccionada fue la estación fija frente a Puerto López localizada a 8 millas náuticas de la costa ecuatoriana (-1,5816 S; -81,0360 W). La profundidad promedio de esta zona es de 123 metros (Figura 1).

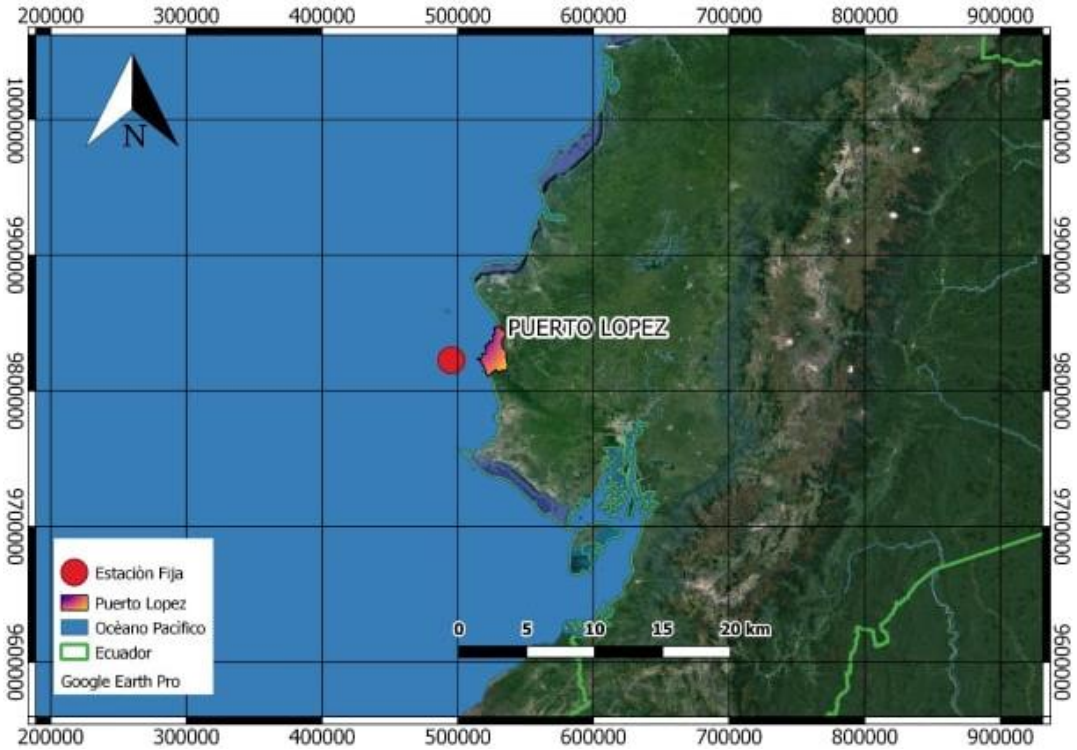


Figura 1. Ubicación de la estación a 8 millas frente Puerto López, Ecuador.

Según las descripciones de Enfield (1975), esta área está influenciada por dos estaciones climáticas definidas en el año, la época lluviosa (enero a abril) y la época seca (mayo a diciembre). Ambas estaciones estrechamente relacionadas por la influencia de la Corriente de Panamá, caracterizada por aguas cálidas tropicales del norte, provenientes de la Bahía de Panamá, y con una temperatura mayor a 25°C y una salinidad menor a 33 ups; y la corriente de Humboldt proveniente del sur, que está caracterizada por aguas frías con temperaturas entre 20 y 25°C, y una salinidad mayor a 34.9 ups.

La confluencia de las dos corrientes crea una zona de transición denominada Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) con temperatura de 21 a 25ºC y salinidad de 33 a 34,5 ups (Jiménez, 2008).

3.2 Obtención de datos biológicos y físicos

Los datos utilizados en el presente estudio fueron proporcionados por el Instituto Nacional de Pesca (INP) (Anexo 1). La colecta de muestras se realizó como parte de las campañas de investigación del Proyecto "Valoración y proyección de los recursos pesquero-acuícolas para el fortalecimiento económico y social del sector pesquero ecuatoriano 2013-2018" del INP y tuvo una frecuencia de muestreo mensual desde septiembre del 2013 hasta diciembre del 2014, a excepción de diciembre 2013 y enero-febrero del 2014.

La colecta de plancton se realizó con arrastres verticales desde los 50 m en la columna de agua con redes cónicas de 55 y 200 micras (µm) de luz de malla y las muestras se fijaron con formaldehído neutralizado al 4% (Boltovskoy, 1981). Posteriormente, el análisis cuali-cuantitativo de fitoplancton se realizó con el método de Semina (UNESCO, 1978); mientras que, para el zooplancton se empleó la técnica de Sergio Frontier (Boltovskoy, 1981 & 1999).

Los datos ambientales como temperatura y salinidad se obtuvieron a 30 metros de profundidad con una sonda oceanográfica Sea Bird SBE19 plus de conductividad, temperatura y profundidad (CTD).

3.3 Análisis de datos

Se calculó la diversidad de los grupos planctónicos utilizando los índices de diversidad y de riqueza específica de Margalef; donde, valores obtenidos con el índice de diversidad de Shannon & Weaver entre 3,0 y 5,0 indican diversidad alta, de 1,5 a 3,0 diversidad media y de 0,0 a 1,5 diversidad baja (Roldán & Ramírez, 2008). Adicionalmente se utilizó el índice de Simpson (1949), cuyo valor de D oscila entre 0 y 1, siendo, D = 0, baja diversidad y, D = 1 representa mayor diversidad (He & Hu, 2005). Finalmente, se calculó la equidad con el índice de Pielou (J´), considerando que sus valores oscilan entre 0 y 1, donde, J´ = 0 significa dominancia alta y diversidad baja y; J´ = 1 indica diversidad máxima y baja dominancia (Magurran, 1988).

La relación entre los diferentes grupos planctónicos se determinó con un análisis de ordenamiento de Escala Multidimensional (MDS) para observar los cambios en la estructura de la comunidad basados en la similaridad de frecuencias de especies durante el periodo de estudio. Este análisis se realizó con el programa estadístico Primer 6 (Clarke & Gorley, 2006).

Además, se estableció las relaciones entre las variables ambientales y los grupos planctónicos mediante el Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) empleando el programa PC-ORD 6, y finalmente, para explorar si existían diferencias significativas en la estructura comunitaria del plancton a nivel temporal se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis (normalidad Shapiro Wilk $p = <0,05$).

4 RESULTADOS

4.1 Descripción del plancton en la estación fija frente a Puerto López

4.1.1 Fitoplancton

La composición fitoplanctónica estuvo integrada por 6 divisiones (30 familias, 111 especies), siendo Coscinodiscophyceae la más representativa con 84,9 % de la densidad relativa, dentro de la cual, el 50 % correspondió a la familia Rhizosoleniaceae; mientras que, las clases Dinophyceae, Bacillariophyceae aportaron con menos del 4 % y finalmente, Fragilariophyceae, Cyanophyceae y Dictyochophyceae presentaron densidades inferiores a 1,2 % (Figura 2).

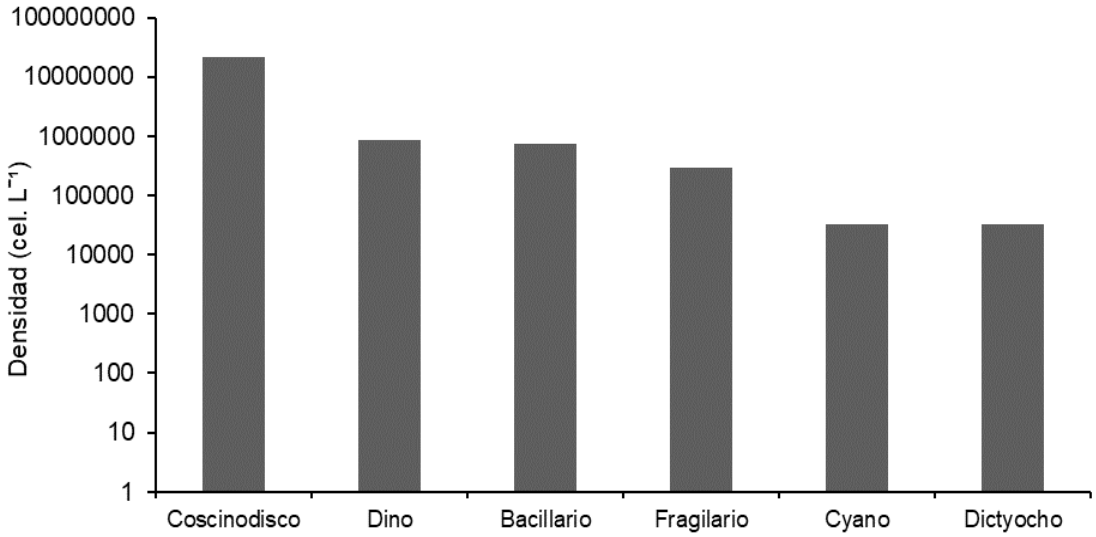


Figura 2. Densidad total (expresada en cel.L^{-1}) de las Clases de fitoplancton en la estación a 8 millas frente a Puerto López, Ecuador.

Las diatomeas pennadas constituyeron las especies con mayor densidad, donde *Rhizosolenia imbricata* fue la más abundante con 16,1x10^5 cel.L^{-1}, acompañada de *R. hyalina* (12,5 x10^5 cel.L^{-1}), *R. fragilissima* (11,7x10^5 cel.L^{-1}) y *R. fláccida* (8,0x10^5 cel.L^{-1}); mientras que, *Proboscia alata* y *Guinardia striata* alcanzaron densidades de 7,8x10^5 cel.L^{-1} y 6,2x10^5 cel.L^{-1} respectivamente (Figura 3). Las especies con valores poco significativos fueron incluidas en un solo grupo debido a que sus densidades fueron inferiores al 2,8% (Anexo 2).

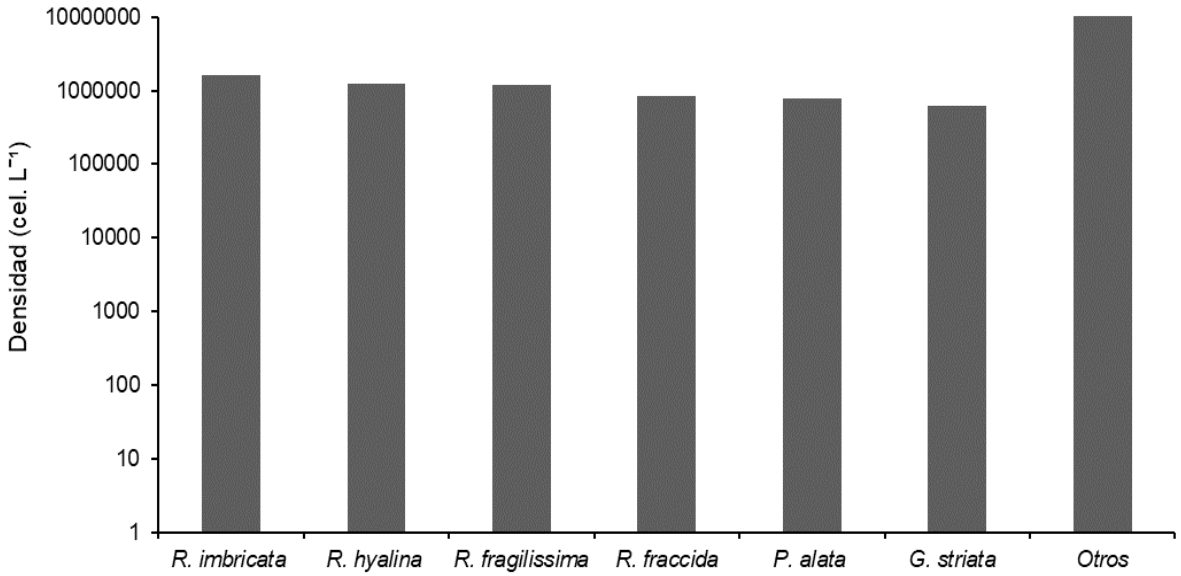


Figura 3. Densidad total de las especies abundantes del fitoplancton en la estación a 8 millas frente a Puerto López, Ecuador. El grupo "Otros" estuvo comprendido por 105 especies con valores de densidad inferiores a 2,8%.

4.1.1.1 Variación temporal

La comunidad fitoplanctónica no mostró un comportamiento similar entre los años estudiados, ya que se registraron diferencias significativas a nivel temporal ($p = < 0,0001$) (Anexo 3). La mayor densidad se registró en octubre del 2013 con 28,4 $x10^5$ $cel.L^{-1}$, y posteriormente, alcanzó un segundo pico en junio 2014 con 18,8 $x10^5$ $cel.L^{-1}$, mientras que, julio 2014 se consideró el mes de menor abundancia durante el período de estudio debido a una marcada disminución en su densidad (2,4 $x10^5$ $cel.L^{-1}$) (Figura 4).

Con respecto a las especies más abundantes, *R. imbricata* se mantuvo constante en todos los meses de estudio y registró tres picos de densidad, siendo octubre 2013 el más representativo con una máxima de 56,0 $x10^4$ $cel.L^{-1}$; mientras que, los observados en septiembre y noviembre 2014 fueron de menor densidad con valores de 20,8 y 11,2 $x10^4$ $cel.L^{-1}$ respectivamente. *R. fragilissima* se registró de manera esporádica con densidades bajas; sin embargo, en abril 2014 se observó un pico de alta densidad (67,2 $x10^4$ $cel.L^{-1}$), que disminuyó drásticamente hasta junio del mismo año (Figura 4).

La mayor abundancia de *R. fláccida* y *P. alata* se registró en octubre 2013; manteniendo una tendencia decreciente el resto del período estudiado; no obstante, *P. alata* incrementó gradualmente desde octubre hasta diciembre de 2014. *R. hyalina* y *G. striata* mantuvieron densidades poco significativas durante los primeros y últimos meses, siendo junio 2014 donde se registraron sus mayores densidades con $76{,}8x10^4$ cel.L^{-1} y $40{,}0x10^4$ cel.L^{-1}, respectivamente, constituyendo la mayor abundancia del fitoplancton durante el periodo de estudio (Figura 4).

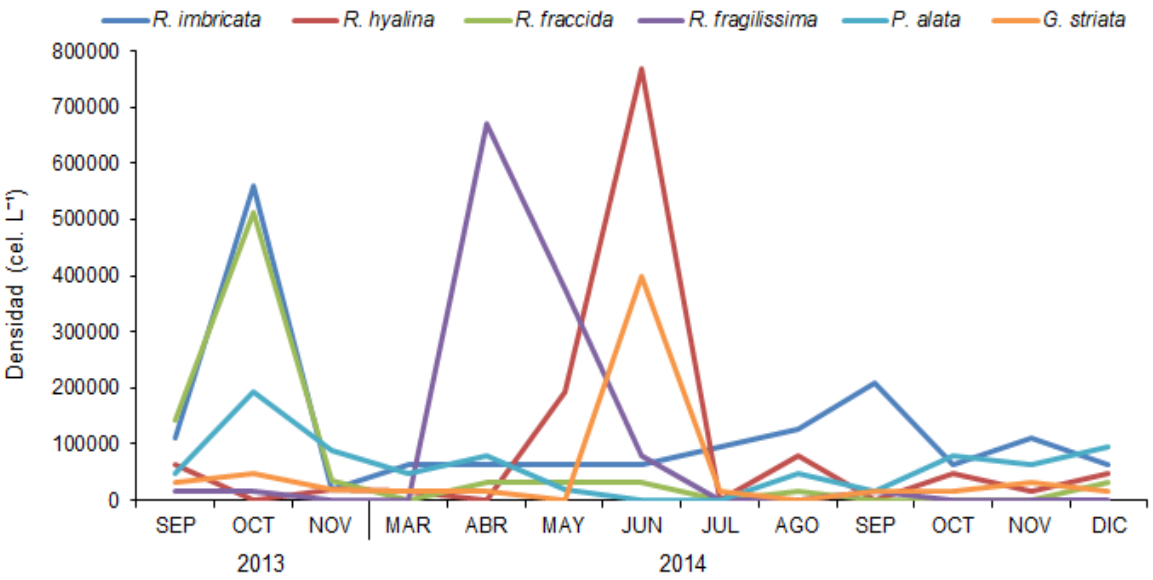


Figura 4. Densidad mensual del fitoplancton en la estación a 8 millas frente a Puerto López, Ecuador.

4.1.1.2 Diversidad

Los valores promedio obtenidos con los índices de Simpson y la equidad de Pielou fue de 0,8 bits.cel, lo cual representa una diversidad alta, sin dominancia de especies. Sin embargo, el índice de Shannon y Weaver mostró valores asociados a diversidad media, los mismos que oscilaron entre 1,9 a 3,3 bits. cel. En general, la diversidad mínima se observó en abril. Sin embargo, los valores establecidos con la riqueza de Margalef fueron bajos para todos los meses (*d*= < *3*) (Tabla 1).

Tabla 1.Total de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equidad de Pielou (J'), Shannon & Weaver (H') y Simpson (1-Lambda') del fitoplancton en la estación a 8 millas frente a Puerto López, Ecuador.

Mes	S	d	J'	H'(loge)	D
Septiembre/13	26	1,81	0,92	3,00	0,93
Octubre/13	47	3,09	0,79	3,07	0,91
Noviembre/13	36	2,52	0,93	3,35	0,95
Marzo/14	22	1,55	0,82	2,55	0,85
Abril/14	21	1,42	0,63	1,94	0,68
Mayo/14	39	2,72	0,74	2,73	0,85
Junio/14	26	1,73	0,67	2,21	0,78
Julio/14	11	0,79	0,88	2,13	0,84
Agosto/14	19	1,36	0,89	2,63	0,89
Septiembre/14	16	1,15	0,78	2,17	0,77
Octubre/14	26	1,84	0,94	3,07	0,94
Noviembre/14	20	1,44	0,91	2,73	0,91
Diciembre/14	32	2,21	0,93	3,24	0,95

En lo referente al análisis de ordenamiento, se observaron dos grupos diferenciados, el primero constituyó la mayoría de los meses de estudio, presentando de manera general una similaridad del 20%, dentro del cual, los meses correspondientes al 2013 (Sep, Oct y Nov), los meses del 2014, a excepción de septiembre mostraron una similaridad de 40%. Cabe recalcar que, Mayo y Junio mostraron un 60% de similaridad; mientras que, julio de 2014 estuvo caracterizado por presentar la menor densidad observada durante el estudio (Figura 5).

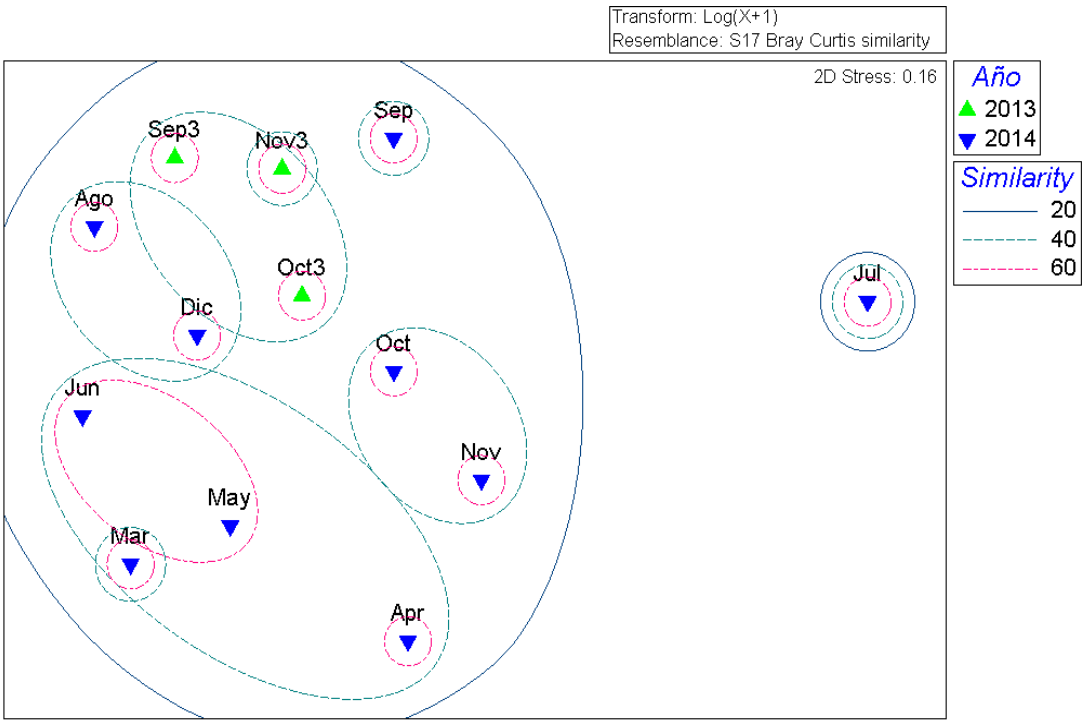


Figura 5. Análisis de Escala Multidimensional (MDS) de la comunidad de fitoplancton en Puerto López, Ecuador.

4.1.2 Zooplancton

Durante el período estudiado se registraron 24 clases (31 órdenes, 107 especies) del zooplancton, siendo Hexanauplia la más representativa con 38,3 %, dentro de la cual los órdenes Calanoida y Cyclopoida mostraron una abundancia del 22,3 y 15,3 % respectivamente, seguida de las clases Malacostraca con 6,2% y Branchiopoda con 4,8% (Figura 6). Las 21 clases restantes representaron el 17.4% de densidad relativa (Anexo 4). Finalmente, los huevos de invertebrados mostraron una densidad significativa de 33,4%; sin embargo, estos no pudieron ser identificados.

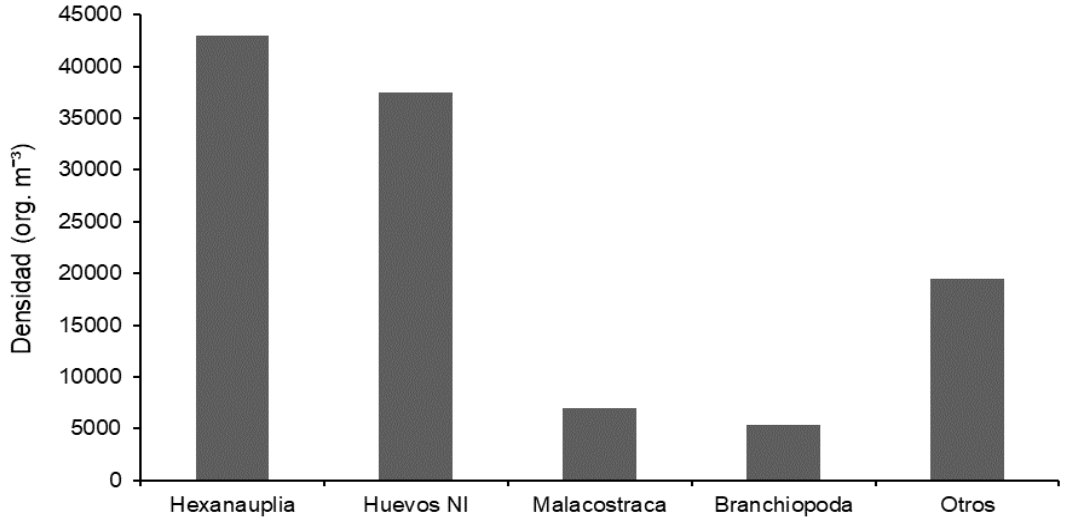


Figura *6*. Densidad total de los grupos (expresada en org.m^{-3}) de zooplancton en la estación a 8 millas frente a Puerto López, Ecuador. El grupo "Otros" estuvo comprendido por 21 clases con valores de densidad inferiores al 2,6 %.

Dentro de las especies con mayor densidad, los copépodos calanoides *Subeucalanus pileatus y Paracalanus parvus* fueron las especies más abundantes con $6.0x10^3$ y $4,6x10^3$ org. m^{-3}; otras especies representativas fueron el copépodo cyclopoide *Oncaea clevei* y el cladócero *Penilia avirostris* que presentaron valores de $4,7x10^3$ y $4,8x10^3$ org. m^{-3}; finalmente, *Oikopleura sp*. tuvo una densidad de $3,2x10^3$ org. m^{-3} (Figura 7). Las especies con densidades poco significativas fueron incluidas en un solo grupo debido a que sus densidades fueron inferiores al 4,2% (Anexo 5).

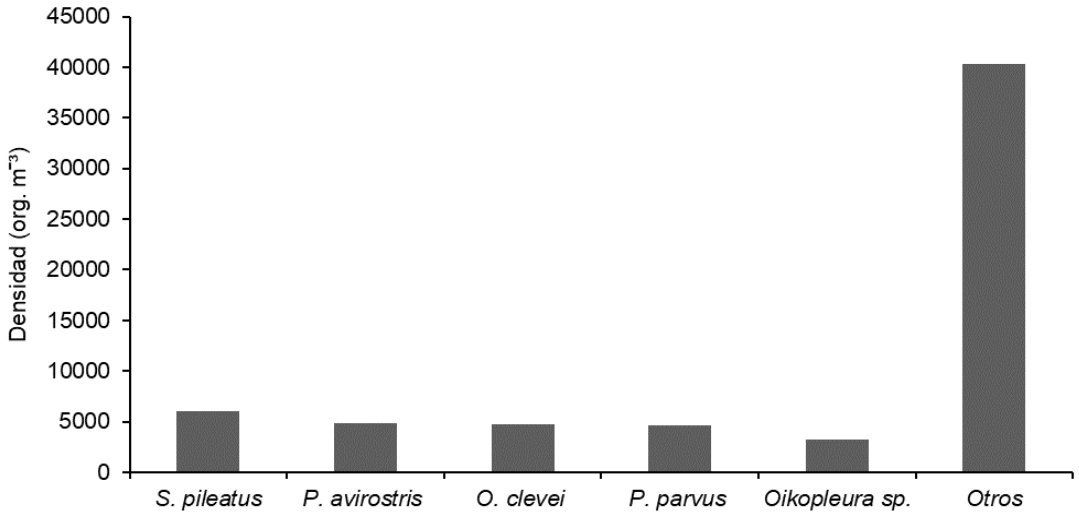


Figura 7. Densidad total de las especies más abundantes del zooplancton en la estación a 8 millas frente a Puerto López, Ecuador. El grupo "Otros" estuvo comprendido por 102 especies clases con valores de densidad inferiores al 4,2 %.

4.1.2.1 Variación temporal

El zooplancton mostró diferencias significativas entre los meses estudiados (*p = 0,0046*) (Anexo 6). En general, este grupo mostró dos picos de densidad pronunciados, el primero en octubre del 2013 ($5,2x10^3$ org. m^{-3}) y el segundo más intenso en septiembre del 2014 ($1,4x10^4$org. m^{-3}), sin embargo, diciembre 2014 podría considerarse como un tercer pico debido a su alta densidad ($7,6 x10^3$ org. m^{-3}) (Figura 8a). Los picos de máxima densidad fueron sucedidos por disminuciones de densidad, especialmente en noviembre del 2013, donde se registró una abundancia zooplanctónica de $1,3x10^3$ org. m^{-3} (Figura 8b), determinándose un patrón de máximas densidades entre agosto a octubre para ambos años.

Con relación a las especies más importantes, el copépodo calanoide *S. pileatus* alcanzó su primer pico de densidad en octubre del 2013 y mantuvo una tendencia decreciente hasta julio 2014, donde su abundancia aumentó paulatinamente hasta septiembre del 2014, siendo este último donde alcanzó la mayor densidad para el periodo estudiado con $1,9x10^3$ org. m^{-3}.

El copépodo cyclopoide, *O. clevei* registró dos picos de densidad en octubre de 2013 y 2014, mientras que, agosto y noviembre de 2014 fueron los meses de mayor densidad de *Oikopleura sp*. Así mismo, el cladócero *P. avirostris* registró tres picos de alta densidad, siendo octubre del 2013 el más representativo ($1,73x10^3$ org. m^{-3}); mientras que, durante marzo y octubre del 2014, se observaron dos picos de menor intensidad. Finalmente, el copépodo *P. parvus,* que, aunque mostró una densidad poco relevante durante los primeros meses de estudio, alcanzó su máxima densidad en septiembre del 2014 con $2,19x10^3$ org. m^{-3}.

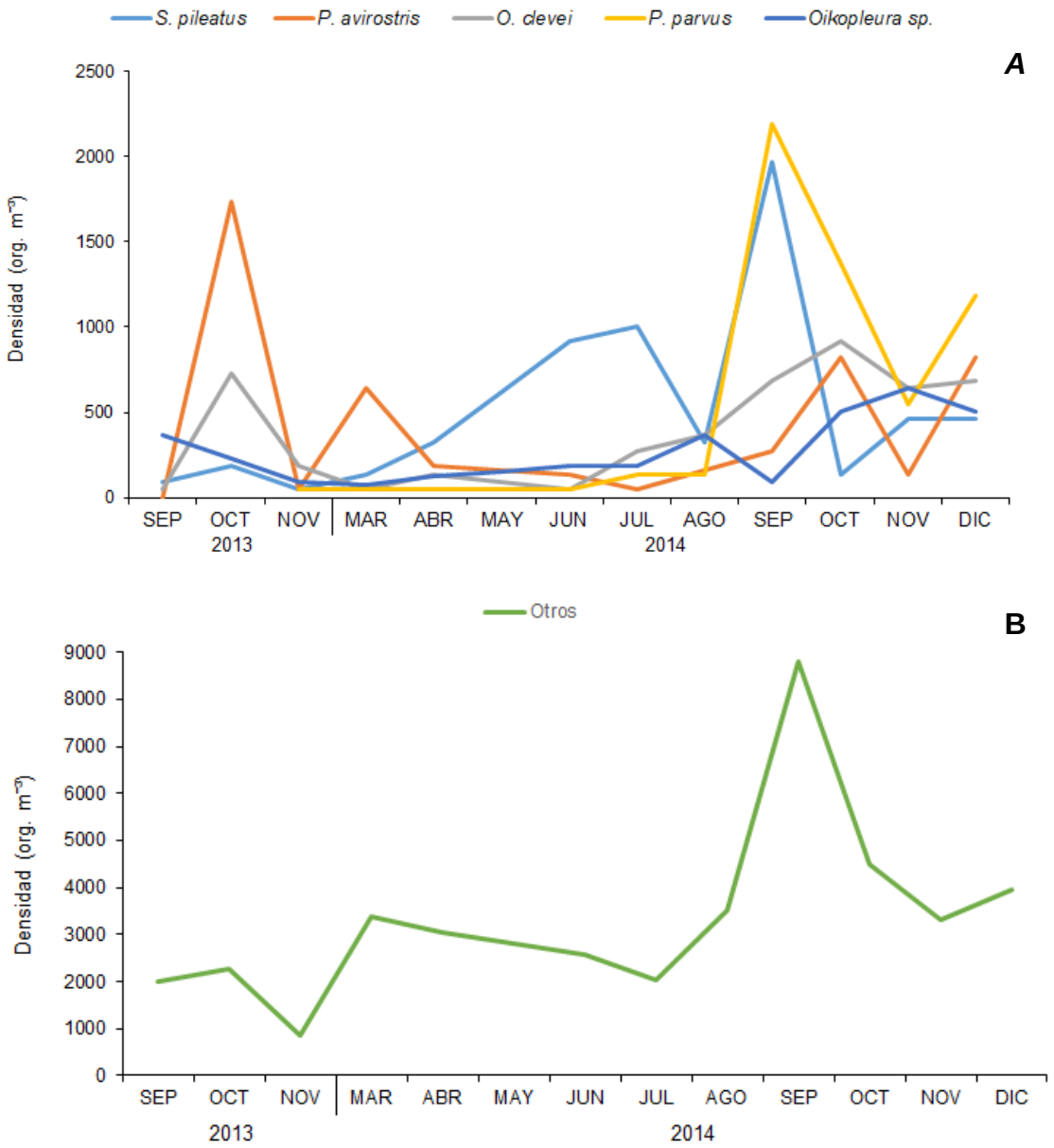


Figura 8. Densidad mensual del zooplancton en la estación fija frente a 8 millas de Puerto López, Ecuador. A) especies abundantes; B) especies con abundancias inferiores a 4.2 %.

4.1.2.2 Diversidad

Los valores obtenidos con los índices de diversidad de Shannon & Weaver, Simpson y equidad de Pielou indicaron una alta diversidad durante los meses de muestreo; a excepción de octubre y noviembre del 2013, cuyos valores son catalogados como diversidad media con el índice de Shannon & Weaver (*H´= 2,8* bits.org). Sin embargo, considerando el índice de Riqueza de Margalef, los valores están asociados a una diversidad baja (*d*= <*8*) (Tabla 2).

Tabla 2. Total de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equidad de Pielou (*J'),* Shannon & Weaver (*H')* y Simpson (*1-Lambda')* del zooplancton en la estación a 8 millas frente a Puerto López, Ecuador.

Mes	S	d	J'	H'(loge)	D
Septiembre/13	31	5,34	0,98	3,36	0,96
Octubre/13	20	3,39	0,94	2,81	0,93
Noviembre/13	18	3,41	0,98	2,85	0,94
Marzo/14	50	8,16	0,96	3,77	0,98
Abril/14	41	6,80	0,97	3,61	0,97
Junio/14	41	6,82	0,96	3,59	0,97
Julio/14	34	5,77	0,95	3,38	0,96
Agosto/14	42	6,86	0,96	3,61	0,97
Septiembre/14	47	7,11	0,93	3,60	0,97
Octubre/14	35	5,63	0,95	3,38	0,96
Noviembre/14	45	7,23	0,96	3,66	0,97
Diciembre/14	52	8,11	0,96	3,79	0,98

El análisis de ordenamiento mostró dos grupos bien definidos, el primero corresponde a noviembre del 2013, el cual, presentó menor densidad y riqueza durante el estudio; mientras que, el segundo grupo presentó una similaridad del 40% y estuvo compuesto por los meses restantes, dentro de los cuales, noviembre y diciembre del 2014 mostraron una similaridad de 60% (Figura 9).

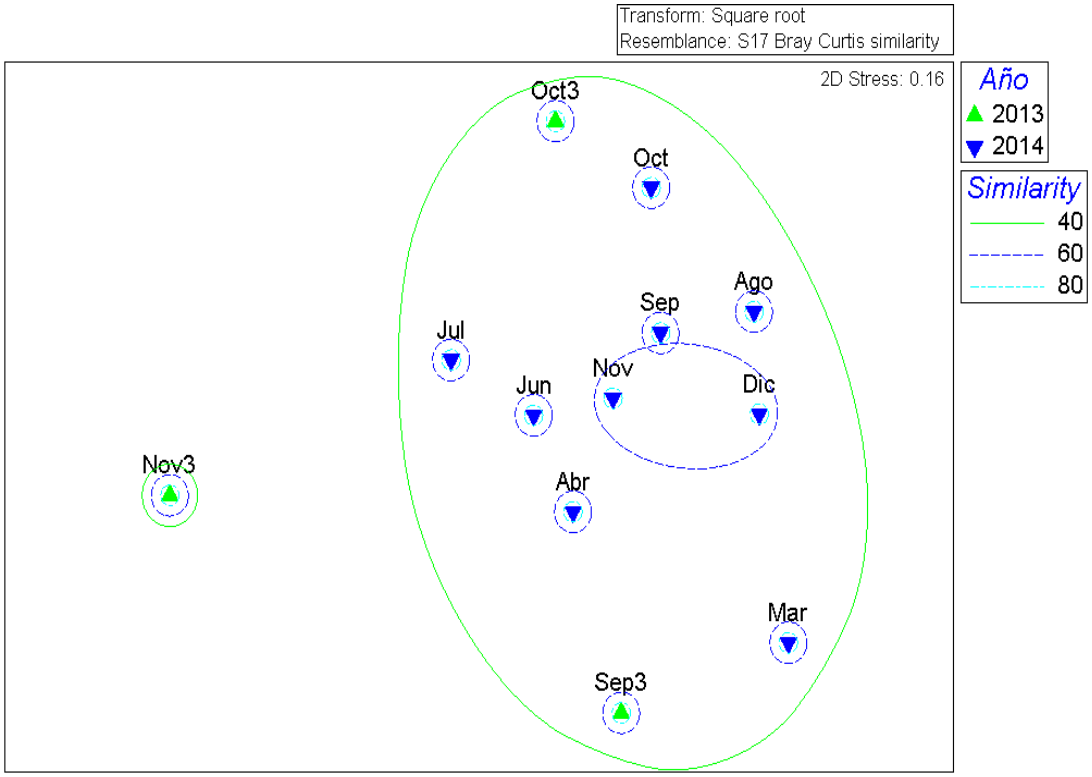


Figura 9. Análisis de Escala Multidimensional (MDS) de la comunidad de zooplancton en Puerto López, Ecuador.

4.2 Variables Físicas

Las variables físicas no mostraron diferencias significativas entre los meses estudiados (*p = 0,9999*) (Anexo 7). La temperatura fluctuó entre 17,9 °C en diciembre y 24,9°C en agosto de 2014, registrando un promedio de 21,2 °C; mientras que, la salinidad osciló entre 33,0 y 34,9 UPS en los meses de agosto y marzo de 2014, respectivamente. Los valores de densidad oscilaron entre 1025,5 $kg.m^{-3}$ en marzo y 1022,0 $kg.m^{-3}$ en agosto de 2014 con un promedio de 1023,8 $kg.m^{-3}$. La profundidad Secchi mantuvo un promedio de 9,6 m, con una máxima de 13,0 m en marzo 2014 y la mínima de 6,0 m en mayo del mismo año (Figura 10a, b, c y d).

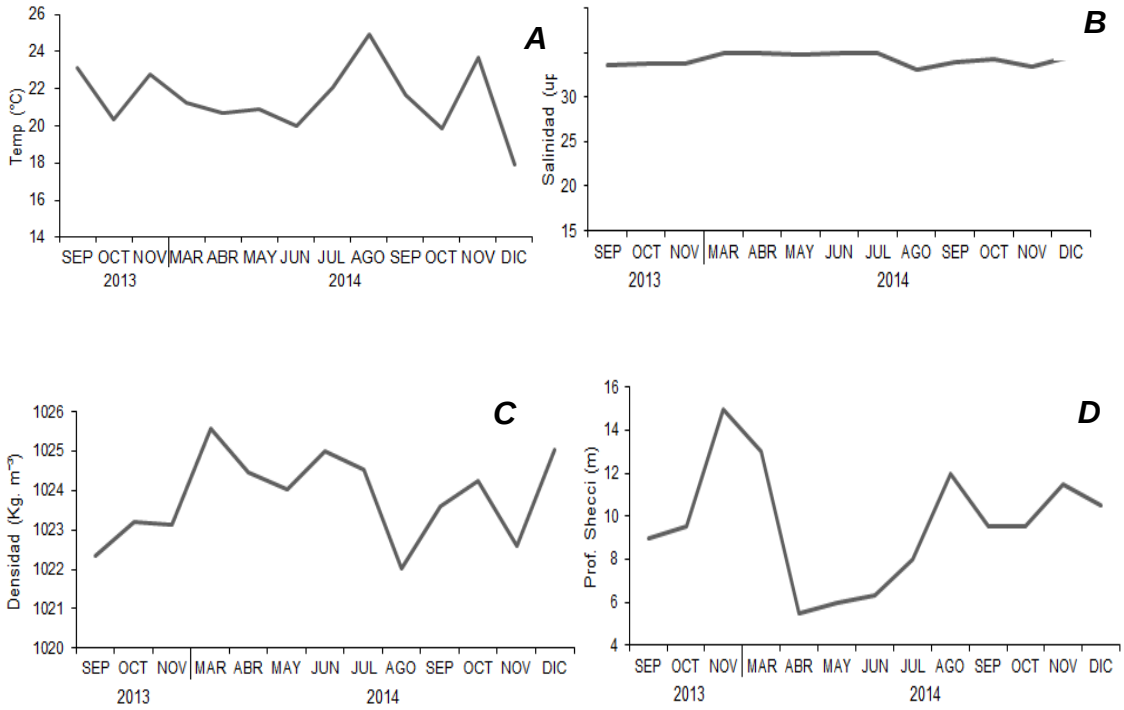


Figura 10. A) Temperatura a 30 m, B) Salinidad a 30m, C) Densidad y D) Profundidad Shecci en la estación a 8 millas frente a Puerto López, Ecuador.

4.3 Análisis Canónico

La abundancia del plancton estuvo determinada mayoritariamente por las condiciones ambientales, en el caso del fitoplancton, la Clase Bacillariophyceae mostró una correlación con la densidad; mientras que, la Clase Dinophyceae lo estuvo con la salinidad y densidad, y finalmente, la Clase Fragilariophyceae reflejó una correlación con la Profundidad. Las clases Dictyophyceae, Coscinodiscophyceae y Cyanophyceae no mostraron ninguna relación con las variables en estudio (Figura 11).

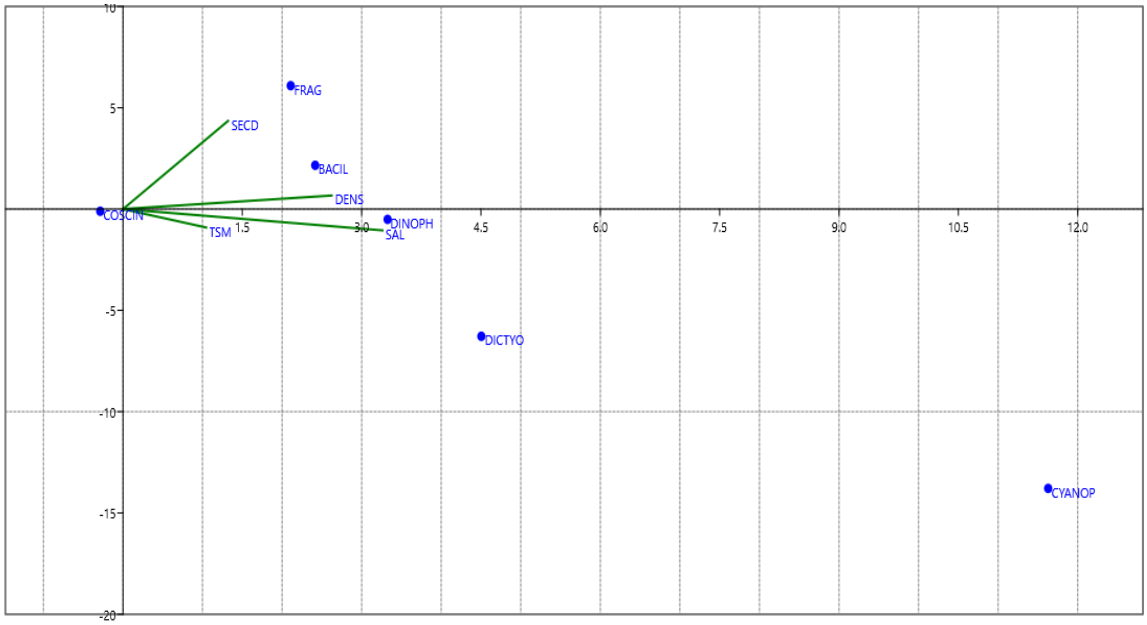


Figura 11 Diagrama de dispersión de análisis de correspondencia canónica de los datos de abundancia por clases del fitoplancton. Los vectores indican las variables ambientales: Salinidad (SAL), Temperatura (TSM), Densidad (DEN) y Profundidad Secchi.

En el zooplancton, la clase Hexanauplia y Branchiopoda que fueron las más abundantes durante el estudio, mostraron una fuerte correlación con la salinidad y la densidad, mientras que, los demás grupos manifestaron relación con la temperatura y densidad, a excepción de la clase Thaliacea que no presentó relación alguna con estas variables (Figura 12).

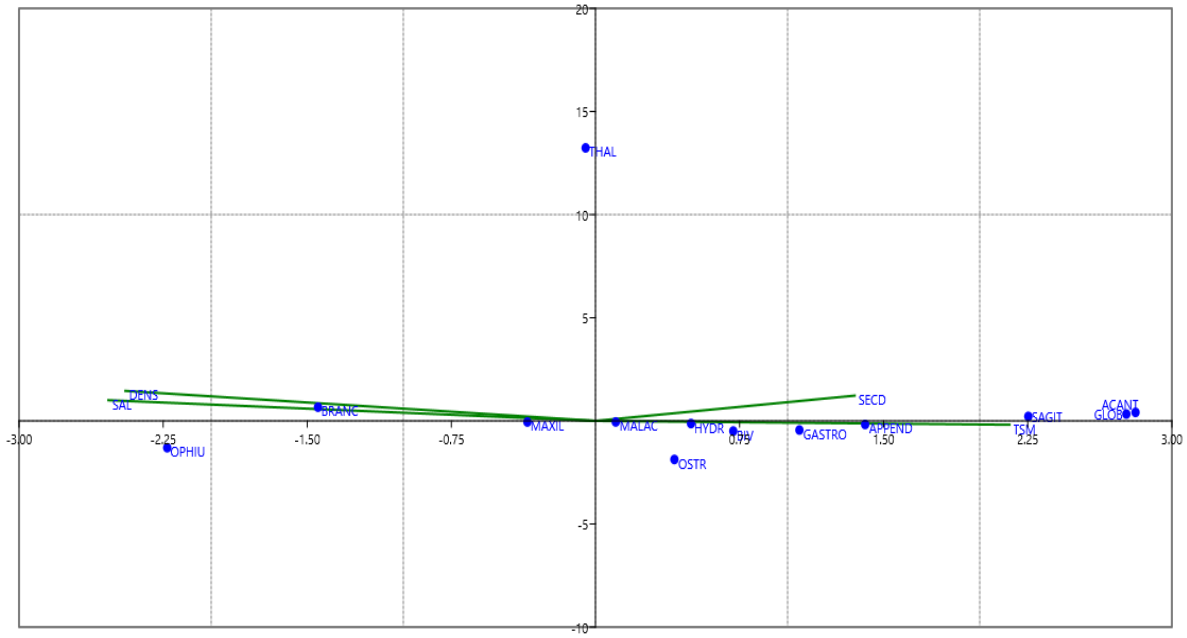


Figura 12. Diagrama de dispersión de análisis de correspondencia canónica de los datos de abundancia por clases del zooplancton. Los vectores indican las variables ambientales: Salinidad (SAL), Temperatura (TSM), Densidad (DEN) y Profundidad Secchi.

5 DISCUSIÓN

La comunidad planctónica en Puerto López presentó variaciones en relación a su composición y abundancia; sin embargo, las concentraciones y número de especies registradas en el presente estudio fueron superiores en comparación con lo reportado en los trabajos de Cajas (2012) y García (2016), identificándose 111 especies de fitoplancton y 107 especies de zooplancton, las mismas que registraron altas densidades en octubre 2013 y septiembre 2014, y que podrían considerarse como meses de alta productividad.

Tomando en consideración el presente estudio y los trabajos publicados por Prado & Cajas (2009), Coello et al., (2010), Prado & Cajas (2010a), Prado & Cajas (2010b) y Cajas (2012) podría considerarse que no existe un patrón comunitario a nivel temporal, y que el comportamiento del plancton estaría influenciado por condiciones ambientales, principalmente por la TSM, concordando con lo dicho por Coello et al., (2010) quienes mencionan que la abundancia de organismos específicos del plancton aumenta o disminuye en relación a la temperatura, además de lo mencionado por García (2010) quien reporta que especies de fitoplancton netamente de aguas cálidas como los dinoflagelados aumentan considerablemente su abundancia durante eventos ENOS (El Niño Oscilación Sur) caracterizado por la presencia de aguas cálidas.

La comunidad planctónica frente a la localidad de Puerto López estuvo constituida principalmente por especies típicas de aguas frías y neríticas con ocurrencia puntual de especies de aguas cálidas. El plancton estuvo caracterizado por altas abundancias de *Rhizosolenia imbricata, R. hyalina, R. fragilissima, R. flaccida, Proboscia alata* y *Guinardia striata* para el fitoplancton; mientras que, para el zooplancton fueron *Subeucalanus pileatus, Paracalanus parvus, Oncaea venusta, Penilia avirostris y Oikopleura sp.* Las especies reportadas muestran concordancia con Coello et al., (2010), Prado & Cajas (2010) y Cajas (2012). En consecuencia, se podría considerar que estas especies son características para esta zona

El fitoplancton registró picos de densidad durante la época seca, con un pico de densidad en octubre 2013, y su densidad se mantuvo por debajo de $28{,}5 \times 10^5$ cel.L^{-1}, hasta un segundo bloom en junio 2014. Los máximos de densidad durante este período estacional estarían asociados a las anomalías ligeramente

negativas de la temperatura (20,3 y 20,1°C) frente a la costa ecuatoriana reportadas para esos meses (Erfen, 2013). Consecuentemente, las condiciones oceanográficas favorecieron el desarrollo de diatomeas, principalmente de la familia Rhizosoleniaceae, la cual aumenta su densidad en aguas frías (Jiménez, 2008). Esta dinámica fue similar a la descrita por Prado & Cajas (2009) y Prado & Cajas (2010), donde las máximas densidades se registraron en junio. Cabe recalcar que, en julio 2014 se registró la mínima densidad del período de estudio, no obstante, esto no habría sido influenciado por la temperatura, sino a otros factores, posiblemente a la concentración de nutrientes.

El zooplancton presentó un patrón de máximas densidades que va desde agosto hasta octubre tanto en el 2013 como en el 2014, siendo octubre del último año mencionado el más abundante. Sin embargo, este patrón comunitario no mostró concordancia con estudios previos, a excepción de Cajas (2012), que reporta altas densidades durante la época seca.

En septiembre 2014 se registraron las máximas concentraciones de los copépodos calanoides *S. pileatus* (aguas tropicales costeras) y *P. parvus* (aguas neríticas templadas), mes que coincidió con un descenso en la densidad del fitoplancton, que podría estar relacionado con las actividades de forrajeo por parte de los copépodos mencionados, que son de hábito herbívoro (Boltovskoy, 1981); cabe mencionar que, la disminución del fitoplancton se prolongó hasta noviembre de 2014.

El copépodo cyclopoide, *O. clevei*, registró su máxima densidad en octubre 2013, donde las condiciones de temperatura fueron ligeramente frías; es probable que, la gran disponibilidad de alimento, considerando las altas concentraciones de fitoplancton y zooplancton hayan favorecido a esta especie de hábito omnívoro (Boltovskoy, 1981). Cabe recalcar que, las mayores abundancias de *S. pileatus, P. parvus* y *O. clevei* coincidieron con las diatomeas pennadas, *Rhizosolenia imbricata, R. fláccida, R. fragilissima* y *Guinardia striata,* aunque esta última en menor densidad.

Los cladóceros *Pseudevadne tergestina* y *Penilia avirostris* son especies que generalmente se registran juntas, son propias de corrientes oceánicas cálidas y son comunes en el epiplancton (Boltovskoy, 1981), lo que coincide con lo reportado por Cajas (2012). Sin embargo *P. avirostris* registró altas

concentraciones en octubre 2013 donde las condiciones fueron frías (20,3°C), lo que podría indicar que es una población permanente en la costa de Puerto López, en consecuencia, su presencia no estaría relacionada a transporte de masas de agua.

En lo referente a la diversidad, el fitoplancton registró una diversidad media, con una máxima de 3,3 bits.cel en noviembre 2014 y una mínima de 1,9 bits.cel en abril 2014; mientras que, el zooplancton mostró una diversidad promedio alta, registrando la máxima en diciembre 2014 con 3,7 bits. org y la mínima en octubre 2013 con 2,8 bits. org., por lo que la aparente mayor abundancia del zooplancton para octubre 2013 fue producto de una dominancia del cladócero *P. avirostris*. Los valores de máxima diversidad dados en noviembre y diciembre son similares a los valores reportados por Coello et al., (2010) y Prado & Cajas (2010).

Las condiciones oceanográficas como temperatura y salinidad influyen generalmente en la mayoría de los grupos planctónicos; sin embargo, en el presente trabajo, estas variables no lograron responder la variabilidad de todos los grupos registrados. Cabe mencionar, que en ambientes costeros como Puerto López, además de los factores ya mencionados, la composición y abundancia del plancton, también está asociada a la disponibilidad de nutrientes, que generalmente provienen de la región continental o por surgencias producidas por las corrientes marinas (Arrigo et al., 1999). Y aunque, en el presente trabajo no se haya analizado componentes químicos, datos reportados por ERFEN (2014) mostraron que las mayores concentraciones de nutrientes (nitrito, nitrato y fosfato) para la costa ecuatoriana durante el 2014, fueron en abril, junio, y septiembre, mientras que, en julio se registró las mínimas concentraciones, lo que podría relacionarse con las altas densidades del fitoplancton registradas en junio y septiembre, y la baja densidad de la misma dada en julio, coincidiendo con lo reportado por García (2016) en lo referente a la correlación de nutrientes en la productividad de zonas costeras.

6 CONCLUSIONES

En términos generales, puede concluirse que:

- La comunidad planctónica de Puerto López está constituida principalmente por especies típicas de aguas templadas neríticas y poblaciones permanentes típicamente de aguas cálidas.
- El plancton frente a Puerto López no mostró una tendencia temporal definida, exhibiendo así variaciones en composición y abundancia.
- Las condiciones oceanográficas en Puerto López estuvieron caracterizadas por anomalías negativas durante el período estudiado, lo que representa masas de agua fría, con alta salinidad y densidad.
- La temperatura mantiene una fuerte correlación con la abundancia del plancton. Sin embargo, se asume que las variables químicas juegan un rol fundamental en la dinámica la comunidad de plancton en Puerto López.

7 RECOMENDACIONES

- Considerando la influencia de las variables ambientales sobre la abundancia y composición del plancton, es necesario complementar este tipo de estudios con información sobre la disponibilidad de nutrientes.
- El funcionamiento de los ecosistemas depende de todos los componentes que lo conforman; en consecuencia, se sugiere realizar investigaciones orientadas a interacciones tróficas.
- La comprensión de la dinámica comunitaria de zonas costeras, con énfasis en el plancton y sus variaciones en el tiempo y espacio, es importante para poder diseñar políticas de conservación y uso sustentable de los recursos; por lo tanto, se recomienda ampliar el período de estudio.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arrigo, K., Robinson, D., Worthen, D., Dunbar, R., DiTullio, G., VanWoert, M., & Lizotte, M. (1999). Estructura de la comunidad de fitoplancton y reducción de nutrientes y CO2 en el Océano Austral. *Science. 283(5400), 365-367.*

Arteaga, K., Tutasi, P., & Jiménez, R. (2006). Variabilidad climática relacionada con El Niño en Ecuador: antecedentes históricos. *Avances En Geociencias*, *6*(2000), 237–241. https://doi.org/10.5194/adgeo-6-237-2006

Bakun, A. (1996). *Patrones en el océano: procesos oceánicos y dinámica de la población marina.* California Sea Grant, en cooperación con el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, México.

Boltovskoy, D. (1981). *Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y Métodos de Trabajo con el Zooplancton Marino* (M. Argentino, Ed.). Argentina.

Cajas, J. (2012). Variabilidad Del Zooplancton En Estaciones Fijas Frente a La Costa Ecuatoriana Durante 2012. *Revista de Ciencias Del Mar y Limnología, 4*(2), 1–9.

Carreto, I., Negri, R., & Benavides, H. (1981). *Fitoplancton , pigmentos y nutrientes . Resultados Campañas III y IV de B / I ' Shinkai Maru ', 1978 Pesquera realizadas en el Mar Argentinopor los B/I " Shinkai Maru" y "Walter Herwig " y el B / P " Marburg."* (January 1981).

Cassis, D., Muñoz, P., & Avaria, S. (2002). Variación temporal del fitoplancton entre 1993 y 1998 en una estación fija del seno Aysén, Chile (45º26'S 73º00'W). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, *37*(1). https://doi.org/10.4067/s0718-19572002000100007

Clarke, K. R., & Gorley, R. N. (2006). *Primer v6: Manual de usuario / tutorial*. (Primer-E, Ltd. ed.). Plymouth.

Coello, D., Prado, M., Cajas, J., & L., C. de. (2010). Variabilidad del Plancton en Estaciones Fijas Frente a la Costa Ecautoriana. *Boletin Científico y Técnico*, *20 (5)*(November 2010), 24–42.

Collot, J.-Y., Sallarès, V., & Pazmiño, N. (2009). *Geología y geofísica marina y terrestre del Ecuador desde la costa continental hasta las islas Galápagos.*

(Primera Ed). Retrieved from http://hdl.handle.net/10261/102828

Enfield, D. (1975). *Oceanografía de la región norte del Frente Ecuatorial : aspectos físcos*. Guayaquil, Ecuador: Instituto Oceanográfico de la Armada.

ERFEN. (2013). *Comité Nacional Para El Estudio Regional Del Fenómeno El Niño (Erfen)*. Retrieved from https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/boletines/erfen

ERFEN. (2014). *Comité Nacional Para El Estudio Regional Del Fenómeno El Niño (Erfen)*. Retrieved from https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/boletines/erfen

Escribano, R., & Castro, L. (2004). *Plancton y Productividad. Capitulo 14.* (Werlinge, Ed.). Santiago de Chile. Chile.: Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos.

Fuentes, M., & Valle, M. (2014). *"Estudios de caracterización del Mar Territorial Continental del Ecuador, Bases para lograr la zonificación marina" Estudio 4: Distribución y variación de los valores de productividad primaria (fitoplancton) y secundaria (zooplancton), a dos profundidades*. Retrieved from http://www.oceandocs.org/handle/1834/5462

García, D., Coello, D. & Pernía, B. (2015). Parámetros abióticos y su relación con la abundancia del fitoplancton frente a Puerto López–Ecuador (2011-2012), Provincia de Manabí, Ecuador. *Rev. Cient. Cien. Nat. Ambien.*, *9*(2), 33–45.

García, D. (2010). *Composición, distribución y abundancia de los dinoflagelados en la costa ecuatoriana durante febrero 2001. (Tesis de pregrado)*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil-Ecuador.

García, D. (2016). *Parámetros abióticos y su relación con la abundancia del fitoplancton frente a Puerto López-Ecuador (2011-2012) (Tesis de Maestría)*. Universidad de Guayaquil.

Harris, R., Wiebe, P., Lenz, J., Skjoldal, H.-R., & Huntley, M. (2000). *ICES Manual de metodología del zooplancton* (1a ed.). E.U.A.: Academic Press.

He, F., & Hu, X. S. (2005). El parámetro fundamental de biodiversidad de Hubbell y el índice de diversidad de Simpson. *Cartas de Ecología*, *8*(4), 386–390. https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00729.x

Jiménez, R. (2008). *Aspectos biológicos de El Niño en el Océano Pacífico Ecuatorial*. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil, Centro de Biodiversidad, c2008.

Lara-Lara, J., Arenas, V., Bazán, C., Díaz, V., Escobar, E., García, M., … Valdez, J. (2016). Los ecosistemas marinos, en Capital natural de México. *Conocimiento Actual de La Biodiversidad CONABIO*, *I*, 135–159. https://doi.org/10.5962/bhl.title.113645

Magurran, A. E. (1988). *La diversidad ecológica y su medición.* (Princeton, Ed.). https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0

Mulet, O. (2016). *Variabilidad Estacional e Interanual del Fitoplancton en la costa de Barcelona.* 56. Retrieved from http://digital.csic.es/bitstream/10261/154094/1/Mulet_TFG_2016.pdf

Naranjo, C., & Tapia, M. E. (2013). *Variabilidad estacional del plancton en la Bahía de Manta en la costa ecuatoriana, durante el 2011*. *18*, 65–74.

Ochoa, N., Rojas, B., & Gómez, O. (1985). Identificación del Fenómeno El Niño a través de los organismos fitoplanctónicos. *Perú*. Retrieved from http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/handle/123456789/1212

Ochoa, Noemí, & Tarazona, J. (2003). Variabilidad temporal de pequeña escala en el fitoplancton de bahía independencia, Pisco, Perú. *Revista Peruana de Biologia*, *10*(1), 59–66. https://doi.org/10.15381/rpb.v10i1.2480

Pesantes Vigano, F. (1998). Algunas características geográficas y oceanográficas del estuario interior del Golfo de Guayaquil y sus afluentes Daule y Babahoyo. *En: Comportamiento Temporal y Espacial de Las Características Físicas, Químicas y Biológicas Del Golfo de Guayaquil y Sus Afluentes Daule y Babahoyo Entre 1994 -Instituto Nacional de Pesca. Boletin Tecnico y Científico*, *V*(2), 5–14.

Prado, M., & Cajas, J. (2009). Variabilidad del Plancton en Estaciones Fijas Frente a la Costa Ecautoriana Durante el 2008. *Boletin Científico y Técnico*, *20 (5)*, 24–42.

Prado, M., & Cajas, J. (2010). Variabilidad del Plancton en Estaciones Fijas Frente a la Costa Ecautoriana Durante el 2007. *Boletin Científico y Técnico*,

20 (5)(November 2010), 24–42.

Prado, Mónica, & Cajas, J. (2010). *Variabilidad del plancton en estaciones fijas frente a la costa ecuatoriana durante 2009. 11*. https://doi.org/https://doi.org/10.31876/rcm.v11i1.55

Rodríguez, J. (2001). Circulación vertical y estructura de tamaños del fitoplancton: implicaciones sobre el papel del océano en el control del cambio climático. *Dialnet*, (Encuentros en la Biología ISSN-e 1134–8496, Nº. 71). Retrieved from https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=275175

Roldán, G., & Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical* (2nd ed.; Universidad de Antioquía, Ed.). Retrieved from http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000046849

Romero, E., Peters, F., Arin, L., & Guillén, J. (2014). Disminución de la estacionalidad y alta variabilidad de la dinámica del plancton costero en una ubicación urbana del noroeste del Mediterráneo. *Journal of Sea Research*, *88*, 130–143. https://doi.org/10.1016/J.SEARES.2014.01.010

Sierra Beltrán, A. (2000). “Posibilidades para el monitoreo ambiental y biológico en BAC mexicanos como una estrategia para la prevención, detección y mitigación de floraciones algales nocivas.” In D. L. Belda & S. E. L. C. y G. P. D. J. Elourduy Garay (Eds.), *BAC, Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano, México, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.* (Primera, Vol. 1). Retrieved from https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/1439/1/CAPÍTULO 3. POSIBILIDADES PARA EL MONITOREO AMBIENTAL .pdf

Simpson, E. (1949). Medición de la diversidad. *Nature 163:688 [1]*.

UNESCO. (1978). *El tamaño de las células. En Manual de fitoplancton. Por Semina H.* (Sournia, Ed.).

Vidal, T., Calado, A. J., Moita, M. T., & Cunha, M. R. (2017). Dinámica del fitoplancton en relación con la variabilidad estacional y los patrones de afloramiento y relajación en la desembocadura de la Ría de Aveiro (Margen Ibérico Occidental) durante un período de cuatro años. *PLoS ONE*, *12*(5),

1–25. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177237

9 ANEXOS

Anexo 1. Autorización de uso de datos otorgado por el INP:

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA

Oficio Nro. INP-GCT-2020-0030-OF

Guayaquil, 10 de junio de 2020

Asunto: Respuesta a solicitud uso de datos biológicos y oceanográficos estación fija de Puerto López 2013-2014

Señora Magíster
Gabriela Maria Vergara Grandes
Gestor de Ambientes de Aprendizaje Carrera de Biología de la Facultad de Ciencias Naturales
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
En su Despacho

"De mi consideración:

En relación a los datos de fitoplancton, zooplancton, oceanografía física y química del período 2013-2014 correspondientes Proyecto "Ocho millas", que fueran solicitados mediante Oficio Nº UG-FCN-EB-2020-0002-O de fecha 27 de enero 2020, para que la Srta. Roxana Michell Paranza Gavilanes con CC 0941657215, estudiante egresada de la carrera de Biología de la Universidad de Guayaquil - Facultad de Ciencias Naturales, desarrolle su proyecto de titulación denominado: "Variación temporal del plancton en la estación fija Puerto López, Manabí 2013-2014; comunico a usted que estos fueron entregados directamente a la estudiante, por la Mgs. Jacqueline Cajas, Investigador Pesquero del INP (Laboratorio de Plancton).

Cabe recordar que una vez culminado el proyecto de titulación, se deberá dejar un ejemplar en la Biblioteca "Dra. Lucía Solórzano Constantine" del Instituto Nacional de Pesca. Así mismo, en base a lo acordado previamente, esperamos poder coordinar la disertación del tema de tesis en el Auditorio "Dr. Luis Arriaga Mosquera", del INP.

Con sentimientos de distinguida consideración."

Atentamente,

Dr. Nikita Gaibor Castro
SUBDIRECTOR CIENTÍFICO TÉCNICO (E) - INP.

Referencias:
- INP-DO-2020-0117-E

Dirección: Letamendi #102 y la Ria **Código Postal:** 090314 / Guayaquil - Ecuador
P.O. BOX: 09-01-15131 **Teléfono:** (593-4) 2401773 - 2401778 - 2401779
www.institutopesca.gob.ec

Lenín Todos unidos Vamos EL GOBIERNO DE TODOS

Anexo 2.Especies de fitoplancton con densidades inferiores al 2,8%.

ESPECIES		**ESPECIES**	
Chaetoceros curvisetus	2,8	*Coscinodiscus wailesii*	0,4
Leptocylindrus danicus	2,0	*Navicula wawrikae*	0,4
Cylindrotheca closterium	2,0	*Thalassiosira subtilis*	0,4
Chaetoceros compressus	1,8	*Tripos fusus*	0,4
Chaetoceros brevis	1,7	*Synedra doliolus*	0,4
Pseudoguinardia recta	1,5	*Gymnodinium sp.*	0,3
Chaetoceros lorenzianus	1,4	*Navicula trompii*	0,3
Pseudosolenia calcar-avis	1,4	*Noctiluca scintillans*	0,3
Chaetoceros decipiens	1,4	*Scrippsiella acuminata*	0,3
Hemiaulus membranaceus	1,3	*Trichodesmium erythraeum*	0,3
Rhizosolenia styliformis	1,3	*Asterionella frauenfeldii*	0,2
Hemiaulus sinensis	1,1	*Bacteriastrum delicatulum*	0,2
Tripos trichoceros	1,1	*Chaetoceros didymus*	0,2
Lauderia mediterranea	1,1	*Coscinodiscus sp.*	0,2
Lauderia annulata	1,1	*Dictyocha fibula*	0,2
Rhizosolenia bergonii	1,0	*Protoperidinium depressum*	0,2
Chaetoceros coarctatus	0,9	*Protoperidinium sp.*	0,2
Pseudo-nitzschia delicatissima	0,9	*Rhizosolenia acuminata*	0,2
Thalassiothrix delicatula	0,9	*Thalassiosira sp.*	0,2
Tripos dens	0,9	*Tripos pulchellus*	0,2
Stephanopyxis turris	0,8	*Chaetoceros anastomosans*	0,2
Chaetoceros affinis	0,7	*Hemiaulus hauckii*	0,2
Chaetoceros laciniosus	0,7	*Leptocylindrus minimus*	0,2
Chaetoceros messanensis	0,7	*Actinocyclus curvatulus*	0,1
Rhizosolenia robusta	0,7	*Chaetoceros convolutus*	0,1
Bacteriastrum elongatum	0,6	*Chaetoceros teres*	0,1
Pseudo-nitzschia seriata	0,6	*Pinnularia directa*	0,1
Nitzschia longissima	0,6	*Prorocentrum sp.*	0,1
Amphisolenia bidentata	0,6	*Thalassionema sp.*	0,1
Lauderia pumila	0,6	*Thalassiothrix elongata*	0,1
Skeletonema costatum	0,6	*Ceratium gravidum*	0,1
Stephanopyxis palmeriana	0,5	*Ceratocorys horrida*	0,1
Chaetoceros didymus	0,5	*Chaetoceros atlanticus*	0,1
Pyrocystis fusiformis	0,5	*Chaetoceros tortissimus*	0,1
Rhizosolenia setigera	0,5	*Corethron hystrix*	0,1
Thalassiothrix mediterranea	0,5	*Coscinodicus perforatus*	0,1
Bacteriastrum furcatum	0,5	*Coscinodiscus radiatus*	0,1
Bacteriastrum hyalinum	0,5	*Ditylum brightwellii*	0,1

Chaetoceros peruvianus	0,5	*Helicotheca tamesis*	0,1
Diplopelta asymmetrica	0,5	*Navicula membranacea*	0,1
Rhizosolenia pungens	0,5	*Nitzschia bicapitata*	0,1
Synedra nitzschioides	0,5	*Prorocentrum micans*	0,1
Climacodium frauenfeldianum	0,4	*Protoperidinium latispinum*	0,1
Coscinodiscus sol	0,4	*Pyrophacus steinii*	0,1
Syringidium bicorne	0,4	*Rhizosolenia castracanei*	0,1
Tripos massiliensis	0,4	*Thalassiosira lineata*	0,1
Chaetoceros dichaeta	0,4	*Triadinium polyedricum*	0,1
Pleurosigma normanii	0,4	*Tripos candelabrum*	0,1
Chaetoceros laevis	0,4	*Tripos declinatus*	0,1
Chaetoceros sp.	0,4	*Tripos furca*	0,1
Chaetoceros denticulatus	0,4	*Tripos muelleri*	0,1
Chaetoceros pendulus	0,4	*Tripos pentagonus*	0,1
Chaetoceros radicans	0,4		

Anexo 3. Resultado del Test No paramétrico de Kruskal-Wallis en Fitoplancton

Kruskal-Wallis test	
P value	<0,0001
Exact or approximate P value?	Approximate
P value summary	****
Do the medians vary signif. (P < 0.05)?	Yes
Number of groups	13
Kruskal-Wallis statistic	51,77
Data summary	
Number of treatments (columns)	13
Number of values (total)	361

Anexo 4. Clases de zooplancton con densidades relativas inferiores al 2,6%.

Clases	org. m^{-3}	Frecuencia
Appendicularia	3227	2,6
Globothalamea	2697	2,2
Sagittoidea	2638	2,1
Gastropoda	2400	1,9
Ostracoda	1829	1,5
Hydrozoa	1118	0,9
Ophiuroidea	1106	0,9
Bivalvia	1097	0,9
Pisces	1097	0,9
Acantharia	960	0,8
Thaliacea	366	0,3
Polychaeta	194	0,2
Gymnolaemata	183	0,1
Thecofilosea	183	0,1
Echinoidea	137	0,1
Phoronida	91	0,1
Anthozoa	46	0,0
Leptocardii	46	0,0
Polycystina	46	0,0
Radiolaria	46	0,0
Tentaculata	2	0,0

Anexo 5. Especies de zooplancton con densidades inferiores al 4,2%.

Especies		Especies	
Onychocorycaeus ovalis	4,2	*Membranipora sp.*	0,3
Sagita sp.	4,0	*Pagurus sp.*	0,3
Globigerina sp.	3,9	*Penaeus sp.*	0,3
Ditrichocorycaeus andrewsi	3,6	*Sapphirina nigromaculata*	0,3
Oithona plumifera	3,1	*Acartia tonsa*	0,2
Euconchoecia chierchiae	2,9	*Calanopia minor*	0,2
Oithona sp.	2,7	*Callianassa sp.*	0,2

Acrocalanus sp.	2,4	*Calocalanus pavo*	0,2
Labidocera sp.	1,9	*Candacia sp.*	0,2
Oncaea venusta	1,9	*Creseis acicula*	0,2
ophiopluteus	1,7	*Echinus sp.*	0,2
Acrocalanus longicornis	1,3	*Limacina sp.*	0,2
Canthocalanus pauper	1,3	*Liriope sp.*	0,2
Temora discaudata	1,1	*Mecynocera clausi*	0,2
Ditrichocorycaeus amazonicus	1,0	*Scolecithrix danae*	0,2
Creseis sp.	0,9	*Scolecithrix sp.*	0,2
Temora sp.	0,9	*Clausocalanus furcatus*	0,1
Centropages furcatus	0,8	*Corycaeus speciosus*	0,1
Farranulla gracilis	0,8	*Farranulla sp.*	0,1
Labidocera acuta	0,8	*Haloptilus sp.*	0,1
Pseudevadne tergestina	0,8	*Odontacartia lilljeborgi*	0,1
Alima sp.	0,7	*Paracalanus sp.*	0,1
Calocalanus sp.	0,7	*Pareucalanus sewelli*	0,1
Centropages sp.	0,7	*Pisidia sp.*	0,1
Aglaura sp.	0,6	*Pontellina plumata*	0,1
Copilia mirabilis	0,6	*Undinula vulgaris*	0,1
Porcellana sp.	0,6	*Flaccisagitta enflata*	0,1
Rhincalanus nasutus	0,6	*Phyllodocides sp.*	0,1
Atlanta sp.	0,6	*Dolioletta sp.*	0,1
Hyperia sp.	0,6	*Branchiostoma sp.*	0,1
Lucicutia sp.	0,6	*Calanopia sp.*	0,1
Acartia sp.	0,5	*Cavolina sp.*	0,1
Balanus sp.	0,5	*Clausocalanus mastigophorus*	0,1
Calanus sp.	0,5	*Diacria sp.*	0,1
Clytemnestra scutellata	0,5	*Goniopsyllus rostratus*	0,1
Euchaeta sp.	0,5	*Leuckartiara sp.*	0,1
Nannocalanus minor	0,5	*Lucifer sp.*	0,1
Oncaea sp.	0,5	*Microsetella rosea*	0,1
Calocalanus pavoninus	0,5	*Oncaea media*	0,1
Thalia democratica	0,4	*Onychocorycaeus giesbrechti*	0,1
Clausocalanus sp.	0,4	*Abylopsis sp.*	0,0
Corycaeus sp.	0,4	*Doliolum sp.*	0,0
Euterpina acutifrons	0,4	*Magelona sp.*	0,0
Sapphirina sp.	0,4	*Tomopteris sp.*	0,0
Sergestes sp.	0,4	*Sulculeolaria sp.*	0,0
Calanus australis	0,4	*Diphyes sp.*	0,0
Euchaeta longicornis	0,4	*Agalma sp.*	0,0
Globorotalia sp.	0,4	*Cunina peregrina*	0,0
Aulacantha sp.	0,3	*Nereis sp.*	0,0
Candacia curta	0,3	*Protohelmis sp.*	0,0
Euchaeta sp.	0,3	*Pegea confederata*	0,0

Anexo 6. Resultado del Test No paramétrico de Kruskal-Wallis en Zooplancton

Kruskal-Wallis test	
P value	0,0046
Exact or approximate P value?	Approximate
P value summary	**
Do the medians vary signif. (P < 0.05)?	Yes
Number of groups	12
Kruskal-Wallis statistic	26,99
Data summary	
Number of treatments (columns)	12
Number of values (total)	457

Anexo 7. Resultado del Test No paramétrico de Kruskal-Wallis en Variables físicas: Temperatura, Salinidad, Profundidad Secchi y Densidad.

Kruskal-Wallis test	
P value	>0,9999
Exact or approximate P value?	Approximate
P value summary	ns
Do the medians vary signif. (P < 0.05)?	No
Number of groups	13
Kruskal-Wallis statistic	0,7033
Data summary	
Number of treatments (columns)	13
Number of values (total)	52