



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
**CARRERA DE BIOLOGÍA**

**Trabajo de titulación previo a obtener el grado académico de Bióloga**

**Análisis de la comunidad de copépodos epipelágicos  
en el mar ecuatoriano**

**AUTOR: Bárbara María Martínez Marcial**

**TUTOR: Blga. Gabriela Vergara G. MSc.**

**COTUTOR: Blgo. Robert Bucheli Mgs.**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2019**



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
**CARRERA DE BIOLOGÍA**  
**UNIDAD DE TITULACIÓN**

**ANEXO 4**

Guayaquil, 6 de marzo de 2019

**Blga. Dialhy Coello Salazar MSc.**  
**DIRECTORA DE LA CARRERA**  
**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 **Análisis de la comunidad de copépodos epipelágicos del mar ecuatoriano**, de la estudiante **Bárbara María Martínez Marcial**, indicando 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 de 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 está apta para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

Blga. Gabriela Vergara MSc.  
C.I. 0925583858



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
**CARRERA DE BIOLOGÍA**  
**UNIDAD DE TITULACIÓN**

**ANEXO 5**

**RÚBRICA DE EVALUACIÓN TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>Título del Trabajo:</b> Análisis de la comunidad de copépodos epipelágicos del mar ecuatoriano <b>Autor(s):</b> Bárbara María Martínez Marcial		
ASPECTOS EVALUADOS	PUNTAJE MÁXIMO	CALF.
<b>ESTRUCTURA ACADÉMICA Y PEDAGÓGICA</b>	<b>4.5</b>	<b>4.5</b>
Propuesta integrada a Dominios, Misión y Visión de la Universidad de Guayaquil.	0.3	0.3
Relación de pertinencia con las líneas y sublíneas de investigación Universidad / Facultad/ Carrera	0.4	0.4
Base conceptual que cumple con las fases de comprensión, interpretación, explicación y sistematización en la resolución de un problema.	1	1
Coherencia en relación a los modelos de actuación profesional, problemática, tensiones y tendencias de la profesión, problemas a encarar, prevenir o solucionar de acuerdo al PND-BV	1	1
Evidencia el logro de capacidades cognitivas relacionadas al modelo educativo como resultados de aprendizaje que fortalecen el perfil de la profesión	1	1
Responde como propuesta innovadora de investigación al desarrollo social o tecnológico.	0.4	0.4
Responde a un proceso de investigación – acción, como parte de la propia experiencia educativa y de los aprendizajes adquiridos durante la carrera.	0.4	0.4
<b>RIGOR CIENTÍFICO</b>	<b>4.5</b>	<b>4.2</b>
El título identifica de forma correcta los objetivos de la investigación	1	1
El trabajo expresa los antecedentes del tema, su importancia dentro del contexto general, del conocimiento y de la sociedad, así como del campo al que pertenece, aportando significativamente a la investigación.	1	0.8
El objetivo general, los objetivos específicos y el marco metodológico están en correspondencia.	1	1
El análisis de la información se relaciona con datos obtenidos y permite expresar las conclusiones en correspondencia a los objetivos específicos.	0.8	0.8
Actualización y correspondencia con el tema, de las citas y referencia bibliográfica	0.7	0.6
<b>PERTINENCIA E IMPACTO SOCIAL</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Pertinencia de la investigación	0.5	0.5
Innovación de la propuesta proponiendo una solución a un problema relacionado con el perfil de egreso profesional	0.5	0.5
<b>CALIFICACIÓN TOTAL *</b>	<b>10</b>	<b>9.7</b>
* El resultado será promediado con la calificación del Tutor Revisor y con la calificación de obtenida en la Sustentación oral.		

*Gabriela Vergara*

Blga. Gabriela Vergara MSc.  
 No. C.I. 0925583858

FECHA: 6 de marzo de 2018



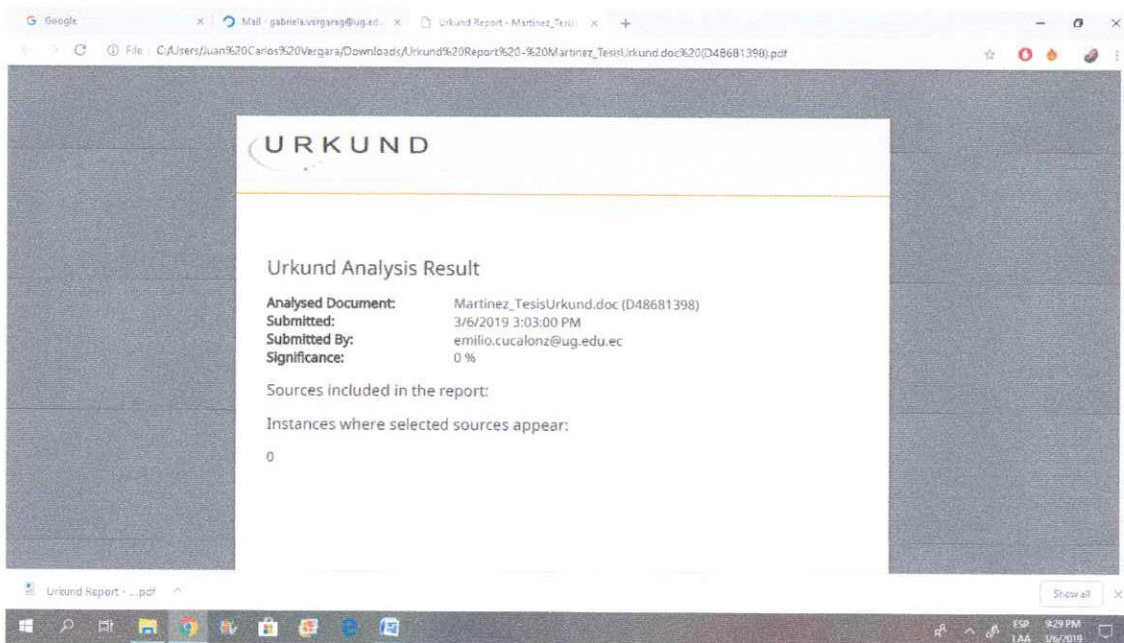
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES  
CARRERA DE BIOLOGÍA  
UNIDAD DE TITULACIÓN

ANEXO 6

## CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado Gabriela María Vergara Grandes, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por Bárbara María Martínez Marcial, C.C.: 0951370196, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Biólogo.

Se informa que el trabajo de titulación: **Análisis de la comunidad de copépodos epipelágicos del mar ecuatoriano**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio (URKUND) quedando el 0% de coincidencia.



*Gabriela Vergara*

Blga. Gabriela Vergara MSc.  
C.I. 0925583858





**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
**CARRERA DE BIOLOGÍA**  
**UNIDAD DE TITULACIÓN**

**ANEXO 7**

Guayaquil, 2 de abril del 2019

**Blga. Dialhy Coello Salazar, MSc.**  
**DIRECTORA 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 **Análisis de la comunidad de copépodos epipelágicos en el mar ecuatoriano**, de la estudiante **Bárbara María Martínez Marcial**, Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

- El título tiene un máximo de 11 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 10 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 **Bárbara María Martínez Marcial** está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

  
**Blgo. Antonio Torres Noboa MSc.**  
C.I. 0914045609



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
**CARRERA DE BIOLOGÍA**  
**UNIDAD DE TITULACIÓN**

**ANEXO 8**

**RÚBRICA DE EVALUACIÓN MEMORIA ESCRITA TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Título del Trabajo: Análisis de la comunidad de copépodos epipelágicos en el mar ecuatoriano**

**Autor: Bárbara María Martínez Marcial**

<b>ASPECTOS EVALUADOS</b>	<b>PUNTAJE MÁXIMO</b>	<b>CALF.</b>	<b>COMENTARIOS</b>
<b>ESTRUCTURA Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA</b>	<b>3</b>	<b>2.8</b>	
Formato de presentación acorde a lo solicitado	0.6	0.6	
Tabla de contenidos, índice de tablas y figuras	0.6	0.6	
Redacción y ortografía	0.6	0.5	
Correspondencia con la normativa del trabajo de titulación	0.6	0.6	
Adecuada presentación de tablas y figuras	0.6	0.5	
<b>RIGOR CIENTÍFICO</b>	<b>6</b>	<b>5.7</b>	
El título identifica de forma correcta los objetivos de la investigación	0.5	0.4	
La introducción expresa los antecedentes del tema, su importancia dentro del contexto general, del conocimiento y de la sociedad, así como del campo al que pertenece	0.6	0.6	
El objetivo general está expresado en términos del trabajo a investigar	0.7	0.7	
Los objetivos específicos contribuyen al cumplimiento del objetivo general	0.7	0.7	
Los antecedentes teóricos y conceptuales complementan y aportan significativamente al desarrollo de la investigación	0.7	0.7	
Los métodos y herramientas se corresponden con los objetivos de la investigación	0.7	0.7	
El análisis de la información se relaciona con datos obtenidos	0.4	0.4	
Factibilidad de la propuesta	0.4	0.4	
Las conclusiones expresa el cumplimiento de los objetivos específicos	0.4	0.4	
Las recomendaciones son pertinentes, factibles y válidas	0.4	0.4	
Actualización y correspondencia con el tema, de las citas y referencia bibliográfica	0.5	0.3	
<b>PERTINENCIA E IMPACTO SOCIAL</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
Pertinencia de la investigación/ Innovación de la propuesta	0.4	0.4	
La investigación propone una solución a un problema relacionado con el perfil de egreso profesional	0.3	0.3	
Contribuye con las líneas / sublíneas de investigación de la Carrera/Escuela	0.3	0.3	
<b>CALIFICACIÓN TOTAL*</b>	<b>10</b>	<b>9.5</b>	
* El resultado será promediado con la calificación del Tutor y con la calificación de obtenida en la Sustentación oral.			

  
Blgo. Antonio Torres Noboa MSc.

No. C.I. 091404560-9

FECHA: 2 de abril del 2019





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES  
CARRERA DE BIOLOGÍA  
UNIDAD DE TITULACIÓN

ANEXO 10



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

**REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN**

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Análisis de la comunidad de copépodos epipelágicos en el mar ecuatoriano		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Martínez Marcial Bárbara María		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Blgo. Antonio Torres Noboa MSc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad De Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Ciencias Naturales		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:	Bióloga		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	abril del 2019	No. DE PÁGINAS:	35
ÁREAS TEMÁTICAS:	Biodiversidad, Ecología		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	Copépodos epipelágicos, comunidad, <i>Oncaea venusta</i> , corriente de Humboldt		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras): El presente estudio corresponde al análisis de la comunidad de copépodos epipelágicos en la costa ecuatoriana entre julio del 2017 y abril del 2018. Se determinaron dos zonas, la primera zona (Z1) se ubicó desde la provincia de Esmeraldas hasta el norte de Manabí; mientras que, la segunda zona (Z2) de Manabí al norte de Santa Elena. Se tomaron 14 muestras mediante arrastres verticales a 50 m de profundidad. Se identificó un total de 95 especies, comprendidas en tres órdenes; el orden Calanoida fue el más abundante (64,2 %), seguido de Cyclopoida (35,6 %) y Harpacticoida (0,3 %), donde <i>Oncaea venusta</i> fue la especie más representativa. A nivel espacial, la densidad no presentó diferencias significativas, lo que significa que la comunidad de copépodos es homogénea; sin embargo, hubo diferencias a nivel mensual. El mayor pico de densidad se registró en abril ( $5036 \pm 990 \text{ ind.m}^{-3}$ ). La diversidad fue similar en ambas zonas, con un máximo de 3,76 <i>bits.ind</i> en la Z2. Las variables ambientales mostraron diferencias significativas, sugiriendo la influencia de diferentes masas de agua en cada zona. Además, la temperatura y la salinidad mostraron una fuerte influencia en Z2. La presencia de especies específicas como <i>Oithona rigida</i> puede considerarse como un indicador de masas de agua de alta temperatura y alta salinidad. Las interacciones entre los aportes continentales, corrientes como la de Humboldt, caracterizada por el agua fría y la corriente de Panamá por aguas cálidas influyen en la densidad de los copépodos epipelágicos.			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 5127079 – 0960126244		E-mail: mari.494@hotmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Universidad De Guayaquil - Facultad de Ciencias Naturales		
	Teléfono: 043080777 – 3080758 (Secretaría)		
	E-mail: info@fccnnugye.com		

Blgo. Antonio Torres Noboa MSc.  
No. C.I. 0914045609

FECHA: 2 de abril del 2019



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES  
CARRERA DE BIOLOGÍA  
UNIDAD DE TITULACIÓN

ANEXO 11

Guayaquil, 2 de abril del 2019

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR

Habiendo sido nombrado la MSc. Gabriela Vergara Grandes, tutor del trabajo de titulación Análisis de la comunidad de copépodos epipelágicos en el mar ecuatoriano certifico que, el presente trabajo de titulación, elaborado por Bárbara María Martínez Marcial con C.I. No. 0951370196, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Bióloga, en la Carrera de Biología de la Facultad de Ciencias Naturales, ha sido **REVISADO Y APROBADO** en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.

Blgo. Antonio Torres Noboa MSc.  
Docente Tutor Revisor  
C.I. No.: 0919045609





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES  
CARRERA DE BIOLOGÍA  
UNIDAD DE TITULACIÓN

ANEXO 12

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

Yo, **Bárbara María Martínez Marcial** con C.I. No. **0951370196**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **Análisis de la comunidad de copépodos epipelágicos en el mar ecuatoriano** son de mi absoluta propiedad y responsabilidad Y SEGÚN EL Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN\*, autorizo el uso de una licencia gratuita intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la presente obra con fines académicos, en favor de la Universidad de Guayaquil, para que haga uso del mismo, como fuera pertinente

Bárbara María Martínez Marcial  
C.I. No. 0951370196

\*CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899 - Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
**CARRERA DE BIOLOGÍA**  
**UNIDAD DE TITULACIÓN**

**ANEXO 13**

---

**Análisis de la comunidad de copépodos epipelágicos en  
el mar ecuatoriano**

**Autor:** Bárbara Martínez Marcial

**Tutor:** Blga. Gabriela Vergara, MSc.

**Cotutor:** Blgo. Robert Bucheli, Mgs

**Resumen**

El presente estudio corresponde al análisis de la comunidad de copépodos epipelágicos en la costa ecuatoriana entre julio del 2017 y abril del 2018. Se determinaron dos zonas, la primera zona (Z1) se ubicó desde la provincia de Esmeraldas hasta el norte de Manabí; mientras que, la segunda zona (Z2) de Manabí al norte de Santa Elena. Se tomaron 14 muestras mediante arrastres verticales a 50 m de profundidad. Se identificó un total de 95 especies, comprendidas en tres órdenes; el orden Calanoida fue el más abundante (64,2 %), seguido de Cyclopoida (35,6 %) y Harpacticoida (0,3 %), donde *Oncaea venusta* fue la especie más representativa. A nivel espacial, la densidad no presentó diferencias significativas, lo que significa que la comunidad de copépodos es homogénea; sin embargo, hubo diferencias a nivel mensual. El mayor pico de densidad se registró en abril ( $5036 \pm 990 \text{ ind.m}^{-3}$ ). La diversidad fue similar en ambas zonas, con un máximo de 3,76 *bits.ind* en la Z2. Las variables ambientales mostraron diferencias significativas, sugiriendo la influencia de diferentes masas de agua en cada zona. Además, la temperatura y la salinidad mostraron una fuerte influencia en Z2. La presencia de especies específicas como *Oithona rigida* puede considerarse como un indicador de masas de agua de alta temperatura y alta salinidad. Las interacciones entre los aportes continentales, corrientes como la de Humboldt, caracterizada por el agua fría y la corriente de Panamá por aguas cálidas influyen en la densidad de los copépodos epipelágicos

**Palabras claves:** Copépodos epipelágicos, comunidad, *Oncaea venusta*, corriente de Humboldt



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
**CARRERA DE BIOLOGÍA**  
**UNIDAD DE TITULACIÓN**

ANEXO 14

---

**Analysis of the epipelagic copepod community in the  
ecuadorian sea**

**Author:** Bárbara Martínez Marcial  
**Tutor:** Blga. Gabriela Vergara, MSc.  
**Cotutor:** Blgo. Robert Bucheli, Mgs.

**Abstract**

The present study analyzed the epipelagic copepod community in the ecuadorian coast between July 2017 and April 2018. Two zones were determined, the first zone (Z1) was located from the province of Esmeraldas to the north of Manabí, while the second zone (Z2) from Manabí to the North of Santa Elena. Samples were taken at 14 stations by vertical trawls at 50 m depth. A total of 95 species were identified comprised in three orders; the order Calanoida was the most abundant (64.2%), followed by Cyclopoida (35.6%) and Harpacticoida (0.3%), where *Oncaea venusta* was the most abundant species. At spatial level, the density did not present significant differences, which means that the copepod community is homogeneous; however, there were differences on a monthly basis. The highest average density peak was recorded in April ( $5036 \pm 990 \text{ ind.m}^{-3}$ ). Diversity was similar in both zones, with a maximum of 3.76 *bits.ind* in Z2. The environmental variables showed significant differences, suggesting the influence of different water masses in each zone. Additionally, temperature and salinity showed a strong influence at density level in Z2. The presence of specific species such as *Oithona rigida* can be considered as an indicator of high temperature and high salinity waters. The interactions between continental inputs, currents such as Humboldt, characterized by cold water and Panama current by warm waters influence the density of epipelagic copepods.

**Key words:** Epipelagic copepods, community, *Oncaea venusta*, Humboldt Current



© **Derechos de Autor**

Bárbara María Martínez Marcial

2019

## **DIRECTOR DE TESIS**

En mi calidad de Tutor de Tesis Certifico que, el presente trabajo ha sido elaborado por la señorita **Bárbara María Martínez Marcial** por lo cual autorizo su presentación.

---

**Blga. Gabriela Vergara G., MSc.**

**Director de tesis**

# DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, a mi madre Blanca por el apoyo y amor que siempre me brinda y a mi padre Sergio Martínez, les dedico este esfuerzo con mucho amor.

A mi querida hermana y abuela, mis Florcitas que amo tanto, a mis abuelos, Vicente y Holanda, que me acompañan desde el cielo y a mis tías Jessica, Gina, Mariuxi, Verónica, Faviola, y tíos José, Manuel, Roberto por su apoyo y aliento para seguir adelante.

A mi novio Eliu, quien me brinda todo su afecto, apoyo y dedicación y a mis amigas del alma Karem, Lissette, Paulina, Lidia, Patricia y Mafer por sus consejos aventuras y buenas experiencias que hemos pasado juntas durante toda la carrera.

A cada uno de mis amigos con quienes compartí buenas y malas experiencias y que aportaron con un granito de conocimiento durante toda mi formación académica.



## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios, a mis padres, Sergio Martínez y Blanca Marcial, a mi abuela Florcita, a todos mis tíos y Arturo, gracias por estar a mi lado y apoyarme en todo lo que he necesitado durante toda mi carrera. A mi novio Eliu por escucharme y darme su más sincero apoyo y animarme a seguir adelante.

También, le agradezco a mi tutora, Blga. Gabriela Vergara MSc., por su tiempo, dedicación y paciencia, sin usted no habría podido concluir mi tesis. De igual modo a mi co-tutor el Blgo. Robert Bucheli por saber guiarme de la mejor manera con sus conocimientos en taxonomía, muchas gracias.

A todos mis profesores en especial a la Blga. Vilma Salazar quienes con sus consejos y conocimiento me ayudaron a crecer profesionalmente.

Gracias al Instituto Nacional de Pesca y sus departamentos de Ictioplancton y Plancton, por abrirme sus puertas y brindarme las facilidades y muestras para iniciar mi tesis. De manera particular agradezco a la Blga. Mónica Prado y Blga. Gregoria Calderón por su colaboración y consejos durante mi permanencia en el INP.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1 .....	3
1.1. Planteamiento del problema .....	3
1.2. Objetivo General .....	4
1.2.1. Objetivos Específicos .....	4
1.3. Justificación .....	4
CAPÍTULO 2 .....	6
2.1. Antecedentes .....	6
CAPÍTULO 3 .....	8
3.1. Metodología .....	8
3.1.1. Área de estudio .....	8
3.1.2. Colecta de muestras.....	9
3.1.3. Análisis de muestras.....	9
3.1.4. Análisis de datos .....	10
CAPÍTULO 4 .....	11
4.1. Resultados.....	11
4.1.1. Composición.....	11
4.1.2. Distribución espacial.....	12
4.1.3. Distribución temporal .....	14
4.1.4. Condiciones ambientales.....	16
5. DISCUSIÓN .....	18
6. CONCLUSIONES .....	22
7. RECOMENDACIONES .....	23
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	24
9. ANEXOS .....	28

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Área de prospección de pesca experimental de bacalao de profundidad, Z1 desde la provincia de Esmeraldas hasta Manabí y Z2 desde Manabí el norte de Santa Elena. ....	8
<b>Figura 2.</b> Densidad total (transformación logarítmica) de copépodos en el mar ecuatoriano durante julio del 2018 – abril del 2019 .....	11
<b>Figura 3.</b> Comparación de la abundancia promedio de Z1 y Z2. ....	12
<b>Figura 4.</b> Densidad total (transformación logarítmica) de las especies de copépodos epipelágicos en el mar ecuatoriano. a) Z1, b) Z2.....	13
<b>Figura 5.</b> Densidad promedio mensual de copépodos epipelágicos durante julio del 2017 y abril del 2018. ....	14
<b>Figura 6.</b> Densidad mensual de copépodos epipelágicos en la Z1 durante julio del 2017 y abril del 2018. ....	15
<b>Figura 7.</b> Densidad mensual de copépodos epipelágicos en la Z2 durante julio del 2017 y abril del 2018 .....	16
<b>Figura 8.</b> Variables ambientales registradas durante el periodo de estudio a) Z1, b) Z2.....	17



# ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Posiciones geográficas de los puntos de colecta de muestras. ....	28
<b>Anexo 2.</b> Variables ambientales (temperatura y salinidad) registradas durante el periodo de estudio.....	28
<b>Anexo 3.</b> Lista de especies de copépodos epipelágicos encontrados en el mar ecuatoriano desde julio del 2017 hasta abril del 2018.....	29
<b>Anexo 4.</b> Test de Mann-Whitney ( $P < 0.05$ ) entre zonas de estudio.....	31
<b>Anexo 5.</b> Test Kruskal-Wallis a nivel mensual. ....	32
<b>Anexo 6.</b> Test Kruskal-Wallis a nivel mensual de la Z1. ....	32
<b>Anexo 7.</b> Test Kruskal-Wallis a nivel mensual de la Z2. ....	33
<b>Anexo 8.</b> Test ANOVA de una vía entre temperatura y salinidad ( $P < 0.05$ ) a nivel mensual.....	33
<b>Anexo 9.</b> Correlación de Pearson entre temperatura, salinidad y densidad de copépodos (Z1). ....	34
<b>Anexo 10.</b> Correlación de Pearson entre temperatura, salinidad y densidad de copépodos (Z2). ....	34
<b>Anexo 11.</b> Autorización para desarrollo del trabajo de titulación .....	35

# **Análisis de la comunidad de copépodos epipelágicos en el mar ecuatoriano**

**Autor:** Bárbara Martínez Marcial

**Tutor:** Blga. Gabriela Vergara, MSc.

**Co-tutor:** Blgo. Robert Bucheli, Mgs

## **RESUMEN**

El presente estudio corresponde al análisis de la comunidad de copépodos epipelágicos en la costa ecuatoriana entre julio del 2017 y abril del 2018. Se determinaron dos zonas, la primera zona (Z1) se ubicó desde la provincia de Esmeraldas hasta el norte de Manabí; mientras que, la segunda zona (Z2) de Manabí al norte de Santa Elena. Se tomaron 14 muestras mediante arrastres verticales a 50 m de profundidad. Se identificó un total de 95 especies, comprendidas en tres órdenes; el orden Calanoida fue el más abundante (64,2 %), seguido de Cyclopoida (35,6 %) y Harpacticoida (0,3 %), donde *Oncaea venusta* fue la especie más representativa. A nivel espacial, la densidad no presentó diferencias significativas, lo que significa que la comunidad de copépodos es homogénea; sin embargo, hubo diferencias a nivel mensual. El mayor pico de densidad se registró en abril ( $5036 \pm 990 \text{ ind.m}^{-3}$ ). La diversidad fue similar en ambas zonas, con un máximo de 3,76 *bits.ind* en la Z2. Las variables ambientales mostraron diferencias significativas, sugiriendo la influencia de diferentes masas de agua en cada zona. Además, la temperatura y la salinidad mostraron una fuerte influencia en Z2. La presencia de especies específicas como *Oithona rigida* puede considerarse como un indicador de masas de agua de alta temperatura y alta salinidad. Las interacciones entre los aportes continentales, corrientes como la de Humboldt, caracterizada por el agua fría y la corriente de Panamá por aguas cálidas influyen en la densidad de los copépodos epipelágicos.

**Palabras clave:** Copépodos epipelágicos, comunidad, *Oncaea venusta*, corriente de Humboldt

# Analysis of the epipelagic copepod community in the ecuadorian sea

**Author:** Bárbara Martínez Marcial

**Tutor:** Blga. Gabriela Vergara, MSc.

**Co-tutor:** Blgo. Robert Bucheli, Mgs.

## ABSTRACT

The present study analyzed the epipelagic copepod community in the ecuadorian coast between July 2017 and April 2018. Two zones were determined, the first zone (Z1) was located from the province of Esmeraldas to the north of Manabí, while the second zone (Z2) from Manabí to the North of Santa Elena. Samples were taken at 14 stations by vertical trawls at 50 m depth. A total of 95 species were identified comprised in three orders; the order Calanoida was the most abundant (64.2%), followed by Cyclopoida (35.6%) and Harpacticoida (0.3%), where *Oncaea venusta* was the most abundant species. At spatial level, the density did not present significant differences, which means that the copepod community is homogeneous; however, there were differences on a monthly basis. The highest average density peak was recorded in April ( $5036 \pm 990 \text{ ind.m}^{-3}$ ). Diversity was similar in both zones, with a maximum of 3.76 *bits.ind* in Z2. The environmental variables showed significant differences, suggesting the influence of different water masses in each zone. Additionally, temperature and salinity showed a strong influence at density level in Z2. The presence of specific species such as *Oithona rigida* can be considered as an indicator of high temperature and high salinity waters. The interactions between continental inputs, currents such as Humboldt, characterized by cold water and Panama current by warm waters influence the density of epipelagic copepods.

**Key words:** Epipelagic copepods, community, *Oncaea venusta*, Humboldt Current

# INTRODUCCIÓN

Los copépodos son microcrustáceos planctónicos que conforman la productividad secundaria más abundante del ambiente epipelágico marino, donde alcanzan entre el 70 y 90 % de la biomasa total (Martínez, Franco, Medina, & Santos, 2009). Además, son considerados un grupo cosmopolita debido a su alta capacidad para colonizar hábitats con profundidades, temperaturas y salinidades muy variables (Suárez, 2015).

Estos organismos son fundamentalmente filtradores herbívoros, aunque existen varias especies de régimen carnívoro u omnívoro de profundidad; dichas características, junto a su gran abundancia, le permiten cumplir un importante papel en las tramas tróficas marinas, ya que son los principales responsables de la transferencia de energía de niveles tróficos inferiores a superiores (Björnberg, 1981; Salinas, 2007) debido a que sirven como alimento de larvas de invertebrados y peces, donde se encuentran familias de interés comercial con hábitos zooplanctófagos (Tutasi, Palma, & Cáceres, 2011).

Por sus ciclos de vida cortos y la estrecha relación que tienen con los factores abióticos, tales como temperatura y salinidad, responden rápidamente a los cambios ambientales y, por consiguiente, se los considera como indicadores de corrientes oceánicas a nivel local y regional (Beaugrand, Reid, Ibanez, Lindley, & Edwards, 2002; Björnberg, 1981; López, I. & Palomares, G., 2006; Suárez, 2015). De esta manera, a través de un análisis con énfasis en este grupo se pueden realizar estimaciones de la productividad general y zonas de reclutamiento íctico (Bonilla, 2003); además, permite determinar condiciones oceánicas o eventos esporádicos como El Niño Oscilación Sur (ENOS) y La Niña, debido a que sus poblaciones presentan cambios detectables en su composición, abundancia y distribución (Salinas, 2007).

En Ecuador, la mayoría de estudios se concentran principalmente en el ictioplancton, debido a su importancia ambiental y a nivel pesquero (Luzuriaga, V., 2015; Luzuriaga de Cruz, 2009; Luzuriaga de Cruz, Ortega, & Elías, 1998). Sin embargo, considerando que los copépodos son el principal alimento de larvas de peces, existe escasa información sobre este grupo en el mar

ecuatoriano, sobre todo, en cuanto a su distribución y relación con los factores abióticos en condiciones normales y eventos climáticos (Bonilla, 1992). Por otro lado, en el Golfo de Guayaquil, considerado una de las áreas más productivas del mundo (Arcos, 1978; Bonilla, 2003), se les ha dado poco énfasis quedando los copépodos como un grupo de interés secundario en la mayoría de estudios realizados.

En consecuencia, la poca información sobre copépodos en el país limitaría el entendimiento de la productividad general, estado y procesos ecológicos que se desarrollan en el mar ecuatoriano (Bonilla, 2003), así como, el desarrollo de futuras investigaciones. Por lo tanto, es necesario determinar su composición, patrones de distribución y relación con los factores ambientales para ampliar el conocimiento de la diversidad de copépodos marinos del Ecuador, y poder determinar las relaciones tróficas que existen entre este grupo y especies de ictioplancton; además, que permite generar una base de datos para investigadores e instituciones que pretendan desarrollar estudios relacionados con la biología y ecología de copépodos en mar ecuatoriano.

La presente investigación tiene por objetivo analizar la comunidad de copépodos epipelágicos en el mar ecuatoriano con base a su composición y abundancia para posteriormente identificar patrones de distribución a nivel temporal y su relación con variables ambientales.



# **CAPÍTULO 1**

## **1.1. Planteamiento del problema**

Los copépodos son el componente más importante del zooplancton en los ecosistemas marinos, y debido a su amplio rol biológico y ecológico son considerados parte esencial de la cadena trófica porque permiten el desarrollo de otros organismos al ser parte integral de la dieta de larvas de peces, invertebrados e incluso de la megafauna marina (Kozak, Suárez, M., Palomares, G. & Franco, G, 2014). Además, debido a su amplia distribución y relación con las corrientes oceánicas algunas especies son consideradas como indicadoras de masas de agua (Beaugrand et al., 2002; Suárez, 2015).

Este grupo, por ser un componente integral de la producción secundaria, está relacionado con áreas de alta productividad; estas áreas generalmente coinciden con zonas de reclutamiento íctico, donde adquieren relevancia en la sustentabilidad de las pesquerías (Camberfort, 2009). Consecuentemente, el análisis de esta comunidad tanto en su distribución como su abundancia permite un acercamiento a la determinación de dichas zonas. Sin embargo, hasta el presente no se los ha considerado de forma directa en las investigaciones pesqueras y ambientales en el mar ecuatoriano, donde la mayoría de estudios los considera como un grupo secundario (Luzuriaga, 2015; Luzuriaga de Cruz, 2009; Luzuriaga de Cruz et al., 1998). Esto generalmente se debe al poco énfasis que se le ha dado a este grupo en las investigaciones realizadas por las entidades dedicadas al estudio de la parte biótica y abiótica del mar ecuatoriano.

El escaso conocimiento centrado en la abundancia y distribución de la comunidad de copépodos sería un limitante para la ampliación del entendimiento de los procesos biológicos, la relación que tiene este grupo con las condiciones oceanográficas, eventos climáticos y procesos ecológicos que se desarrollan en el mar ecuatoriano.

## **1.2. Objetivo General**

Analizar la comunidad de copépodos epipelágicos en el mar ecuatoriano.

### **1.2.1. Objetivos Específicos**

- Determinar la composición de copépodos epipelágicos en un gradiente latitudinal.
- Identificar patrones de distribución temporal de copépodos epipelágicos.
- Relacionar la composición y abundancia de copépodos epipelágicos con factores ambientales del área de estudio.

## **1.3. Justificación**

La subclase copépoda (Clase Hexanauplia) es el grupo zooplanctónico más numeroso y diverso en los ecosistemas marinos con más de 9000 especies conocidas en la actualidad (Martínez et al., 2009). Estos organismos se caracterizan por tener una amplia distribución, encontrándose desde los trópicos hasta las regiones polares, y desde la zona intermareal hasta las profundidades de los océanos (Castellani, 2018). Además, son considerados un componente principal en la trama trófica, específicamente por ser el principal consumidor fitoplanctónico y a su vez el alimento de larvas de invertebrados y peces, teniendo así un rol importante en la transferencia de energía entre productores primarios y niveles tróficos superiores (Tutasi et al., 2011; Villate & Orive, 1981).

La comunidad de copépodos está relacionada a variables oceanofísicas como temperatura y salinidad, siendo considerados indicadores biológicos ya que caracterizan masas de agua y condiciones oceánicas por su rápida respuesta biológica ante las variaciones climáticas y ambientales (Beaugrand et al., 2002; López, I., & Palomares, G, 2006); lo cual permite relacionar su composición y abundancia con surgencias y frentes oceánicos (Jaimes & López, 2014). Adicionalmente, los cambios en su distribución como respuesta a la Temperatura Superficial del Mar (TSM) pueden dar un acercamiento a la determinación de condiciones oceánicas de la región, o de eventos esporádicos como ENOS y La Niña.

A través del estudio de este grupo tanto en su composición, abundancia y distribución en el ambiente epipelágico marino se puede determinar la productividad a nivel general y el estado ecológico de las zonas marinas, incluso la dinámica de los recursos pesqueros (Bonilla, 2003) debido a que existen estrechas relaciones entre ciertas asociaciones de copépodos y cardúmenes de peces de interés comercial (Björnberg, 1981). Sin embargo, estudios específicos enfocados a la interacción de copépodos con este recurso pesquero no han sido realizados.

En el mar ecuatoriano, la mayoría de los estudios acerca del zooplancton registran a los copépodos como el grupo más abundante (Arcos & Fleminger, 1986; Tutasí, 2005; Salinas, 2007; Tutasí et al., 2011), sin considerar su taxonomía o ecología. Además, que se han concentrado en áreas específicas del Pacífico ecuatoriano. De esta manera, el presente estudio considera la comunidad de copépodos en un amplio rango espacial.

## CAPÍTULO 2

### 2.1. Antecedentes

Arcos & Fleminger (1986) estudiaron la distribución de copépodos calanoides herbívoros en el Pacífico Ecuatorial Oriental, determinando cambios estacionales relacionados a la circulación de masas de aguas superficiales. Los autores citaron a *Calanus chilensis* como una especie relacionada con aguas de baja temperatura y alta salinidad, características de la corriente de Humboldt. Adicionalmente, Chen (1986) identificó 60 especies de copépodos, encontrando entre las especies más abundantes *Eucalanus subtenuis*, *Eucalanus subcrassus* y *Rhincalanus nasutus*.

Jimenez & Bonilla (1980) determinaron una marcada zonación con una tendencia a la disminución en las concentraciones copépodos en la zona norte del Ecuador y aguas costeras; mientras que, en el límite sur se presentó un aumento. Esta disminución está relacionada a la ingesta de este grupo por larvas de peces.

Bonilla (1990) encontró que la mayor abundancia de copépodos en aguas costeras de La Libertad (Santa Elena) se presentó en abril de 1989 y determinó que la temperatura influye sobre las comunidades de copépodos debido a que la mayor diversidad ocurrió con la presencia de aguas cálidas; sin embargo, no presentaron diferencias en su densidad.

Bonilla, Plúas, & Camposano (2002) estudiaron las condiciones del plancton en una estación fija en Puerto El Morro, Golfo de Guayaquil, registrando que las altas densidades de copépodos están relacionadas con aguas de alta salinidad y baja temperatura características de la época seca, la cual fue disminuyendo a medida que se presentaron masas de aguas de alta temperatura y baja salinidad características de la época lluviosa.

Tutasi (2005) Analizó la composición, distribución y abundancia de copépodos en aguas ecuatorianas durante La Niña, donde identificó un total de 97 especies, encontrando a *O. venusta* como la más abundante. Durante el periodo de estudio

determinó que la comunidad de copépodos estuvo constituida principalmente por especies de aguas frías y oceánicas relacionadas con la corriente de Humboldt.

Salinas (2007) identificó 25 especies de copépodos calanoides en aguas costeras de Santa Elena durante el 2004 y 2005, a su vez indicó que la comunidad de copépodos estuvo relacionada con altos valores de temperatura y salinidad característicos de la época seca. Adicionalmente, registró a *Acartia tonsa* como la especie más abundante durante el periodo de estudio y a las especies *Paracalanus parvus* y *Nannocalanus minor* como especies representativas de la zona.

Prado & Cajas (2009, 2010) estudiaron el plancton en estaciones fijas en la costa ecuatoriana durante el 2007 y 2008, donde el grupo copépoda fue el más importante del plancton; también reportaron que el zooplancton en la provincia de Esmeraldas está determinado por la temperatura, donde encontraron que la comunidad de copépodos está caracterizada por especies de aguas cálidas y oceánicas como *Canthocalanus pauper*, *Paracalanus indicus*, *Centropages furcatus* y *Temora discaudata*. Por otro lado, en Punta Galera y Puerto López, la mezcla de aguas costeras y oceánicas permitieron la presencia de especies de hábitat costero y marino tales como *O. venusta*, *P. indicus*, *Undinula vulgaris*, *Eucalanus pileatus*, *Oncaea media*, *Oncaea clevei* y *Canthocalanus. pauper*.

Tutasi et al. (2011) estudiaron la distribución y abundancia de los copépodos epipelágicos entre la costa continental de Ecuador e islas Galápagos, encontrando a *O. venusta* como la especie que mejor caracterizó el extremo norte del frente ecuatorial, así como especies relacionadas con masas de aguas cálidas y oceánicas; mientras que, el extremo sur del frente ecuatorial estuvo caracterizado por *C. chilensis*.

Cajas (2015) analizó el zooplancton costero durante el 2012, donde reportó que la comunidad de copépodos estuvo influenciada por diferentes tipos de masa de agua encontrándose especies de régimen oceánico y nerítico tales como *C. pauper*, *E. pileatus*, *C. furcatus*, *Calanus australis* y *O. venusta*.



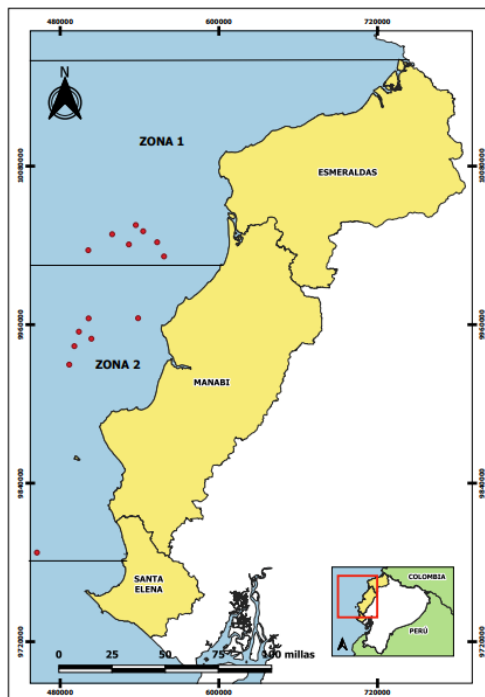
## CAPÍTULO 3

### 3.1. Metodología

#### 3.1.1. Área de estudio

La colecta de muestras de zooplancton se realizó en el perfil costero ecuatoriano a bordo del buque BELLE. El área de estudio comprendido las provincias de Esmeraldas hasta el norte de Santa Elena. El muestreo se realizó en 14 cruceros de pesca exploratoria de bacalao de profundidad que realizan en conjunto la empresa privada y el Instituto Nacional de Pesca (INP) (anexo 1). La colecta de muestras fue realizada con una periodicidad mensual desde julio del 2017 hasta abril del 2018, excepto septiembre y enero.

Los puntos de muestreo se dividieron de forma latitudinal en dos zonas. La zona 1 (Z1) correspondió a la parte norte de Ecuador y se ubicó desde la frontera de Esmeraldas ( $01^{\circ}28'16.62''$  N -  $078^{\circ}53'10.09''$  W), hasta la zona norte de la provincia de Manabí ( $00^{\circ}00'00.00''$  -  $80^{\circ}09'33.86''$  W); mientras que, la zona 2 (Z2) comprendió la parte central, desde el norte de Manabí hasta el norte de la provincia de Santa Elena ( $02^{\circ}00'00.00''$  S -  $080^{\circ}45'24.97''$  W) (Figura 1).



**Figura 1.** Área de prospección de pesca experimental de bacalao de profundidad, Z1 desde la provincia de Esmeraldas hasta Manabí y Z2 desde Manabí el norte de Santa Elena.

### **3.1.2. Colecta de muestras**

Las muestras se obtuvieron mediante arrastres verticales a 50 m de profundidad con una red tipo bongo de 60 cm de diámetro, 320 cm de longitud total y un ojo de malla de 300  $\mu$ m. Posteriormente, el zooplancton colectado fue colocado en frascos de 250 ml de capacidad con agua de mar y preservado con una solución de formaldehído neutralizado con bórax al 4% (Boltovskoy, 1981).

### **3.1.3. Análisis de muestras**

Las muestras fueron filtradas y enjuagadas con la finalidad de eliminar residuos de formaldehído. El zooplancton se transfirió a un vaso de precipitación y fue enrasado hasta 200 ml con agua potable. A continuación, de la muestra total se tomaron alícuotas sucesivas de pequeños volúmenes (entre 1 y 3 ml) hasta contar 100 individuos del grupo más abundante, que en este caso fue el orden Calanoida, siguiendo el método descrito por Van Guelpen, Markle, & Duggan (1982).

Para la observación e identificación taxonómica de los copépodos se utilizó un estereomicroscopio Olympus SZX10 y microscopio Olympus BX43. Para el conteo se empleó una cámara Dolfus, siguiendo la metodología de Boltovskoy (1981). La identificación de copépodos se realizó mediante la separación individual y montaje de los especímenes en glicerina sobre un portaobjeto (Björnberg, 1981) para su posterior disección (piezas bucales y apéndices torácicos). Finalmente, se emplearon claves taxonómicas y literatura especializada para la identificación de organismos al menor nivel posible (Grice, 1961; Roff, 1978; Dawson & Knatz, 1980; Björnberg, 1981; Park, 1993; Mazzocchi et al., 1995; Jáume, Conradi, & López, 2004); adicionalmente, la confirmación de la taxonomía de las especies se realizó a través de World Register of Marine Species (WoRMS).

#### **3.1.4. Análisis de datos**

El análisis estadístico se realizó utilizando los softwares PAST, GraphPad Prism 8 e Infostat (Di Rienzo et al., 2016). Para determinar si existieron diferencias significativas entre las zonas se realizó un análisis univariado de Mann-Whitney (Shapiro-Wilk  $p = > 0,05$ ); mientras que, la significancia de la variación temporal se determinó con un test no paramétrico Kruskal-Wallis (Shapiro-Wilk  $p = < 0,05$ ). Para la comparación entre Z1 y Z2 se tomó en cuenta únicamente los meses que tuvieron muestra en ambas zonas. Además, se determinó la riqueza específica y la diversidad a través del índice de Shannon-Weaver.

Los datos de temperatura y salinidad (anexo 2) fueron obtenidos por satélite y procesados a través del software RStudio. Se realizó un análisis paramétrico ANOVA de una vía para determinar si se presentan diferencias significativas ( $p = < 0,05$ ) en las variables ambientales a nivel mensual.

La interacción de las variables ambientales, temperatura y salinidad con la composición y abundancia de especies fue establecida por medio de la correlación de Pearson (coeficientes/probabilidades) ( $r$ ), para este análisis se utilizaron únicamente los meses que tuvieron muestras en ambas zonas.

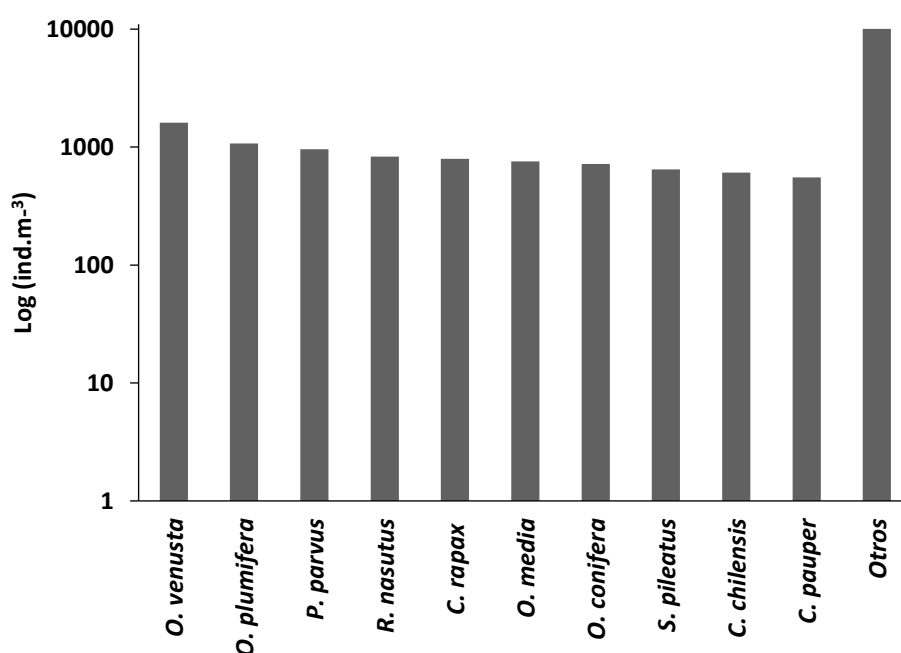
## CAPÍTULO 4

### 4.1. Resultados

#### 4.1.1. Composición

Durante el periodo de estudio se determinó que la comunidad de copépodos estuvo constituida por 3 órdenes, 26 familias, 45 géneros y 95 especies (Anexo 3). El orden Calanoida fue el más abundante con 64,2 % y a su vez, concentró el mayor número de especies, seguido de Cyclopoida con 35,6 % y Harpacticoida con 0,3 %. Dentro del orden Calanoida, la familia Paracalanidae fue la más abundante con el 11,9 %; mientras que, en Cyclopoida fue Oncaeidae con 26 % y en Harpacticoida fue Aegisthidae con el 0.2 %.

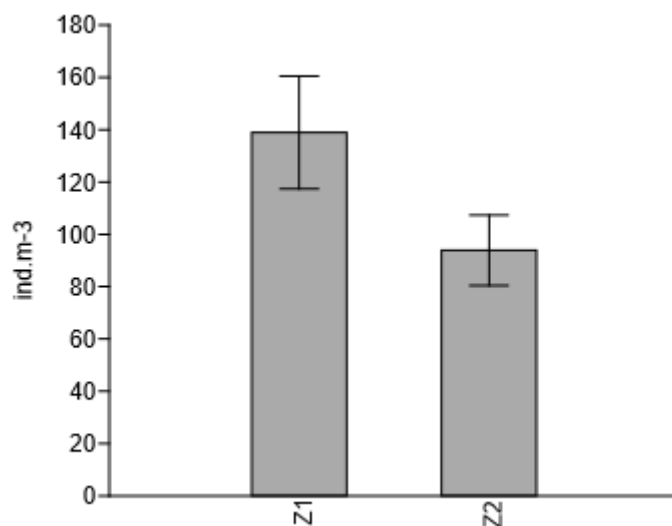
Adicionalmente, las especies con mayor densidad fueron *O. venusta* con 1615 ind.m<sup>-3</sup>, *Oithona plumífera* con 1070 ind.m<sup>-3</sup>, *P. parvus* con 960 ind.m<sup>-3</sup>, *R. nasutus* con 804 ind.m<sup>-3</sup> y *Conaea rapax* con 795 ind.m<sup>-3</sup> (Figura 2).



**Figura 2.** Densidad total (transformación logarítmica) de copépodos epipelágicos en el mar ecuatoriano durante julio del 2018 – abril del 2019; en el grupo “Otros” se incluyeron las especies con densidades inferiores al 3%.

#### 4.1.2. Distribución espacial

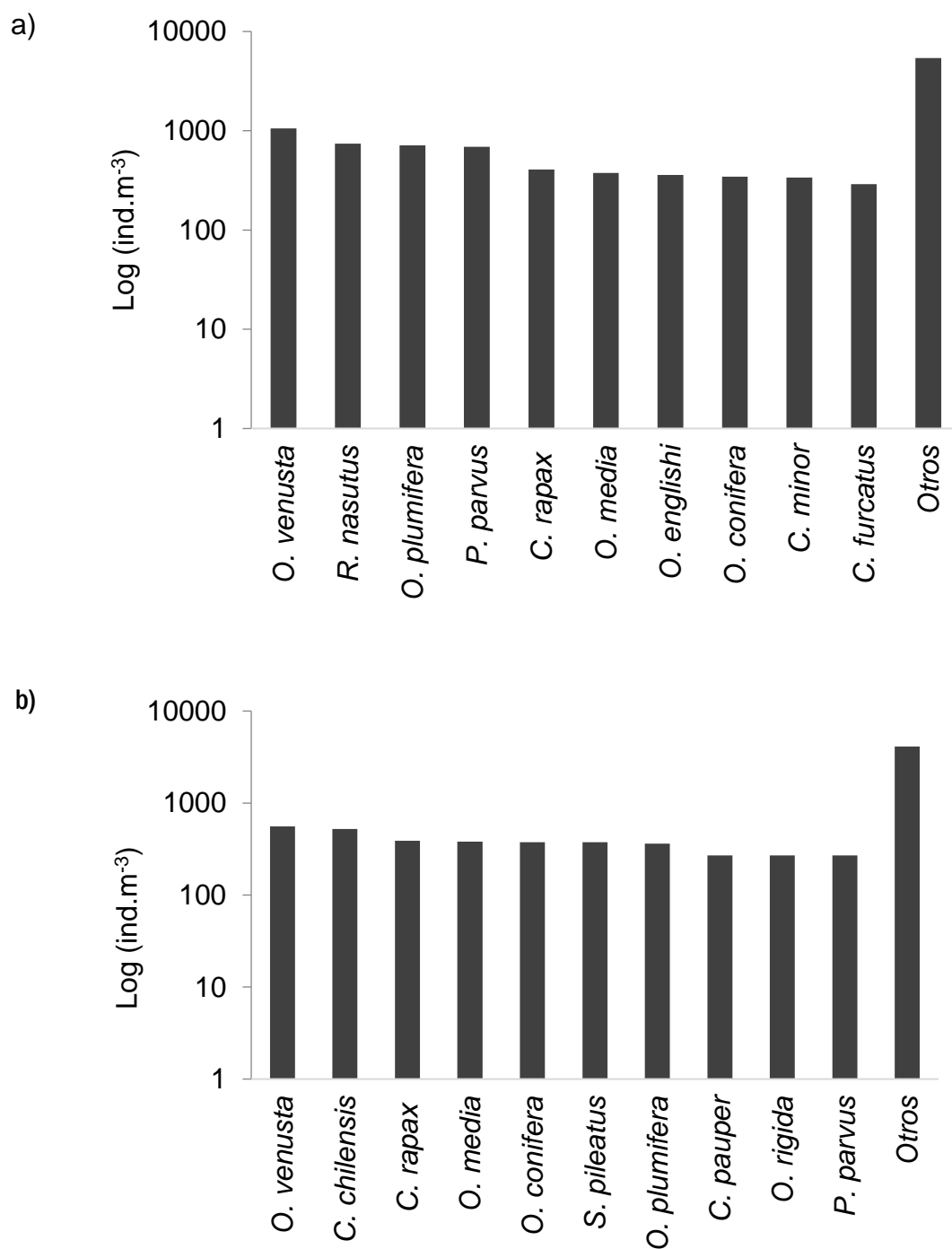
La densidad promedio de copépodos registrada durante el periodo de estudio fue de  $2323 \pm 553 \text{ ind.m}^{-3}$ . Los valores más altos de densidad se presentaron en la Z1 con  $1528 \pm 393 \text{ ind.m}^{-3}$ ; mientras que, en la zona 2 se encontró un total de  $1314 \pm 274 \text{ ind.m}^{-3}$  (Figura 4). A nivel espacial, se encontraron diferencias significativas ( $p=0,1335$ ) entre las zonas (anexo 4).



**Figura 3.** Densidad promedio de Z1 y Z2. Las barras de color gris representan la densidad promedio por zona de estudio y las barras de color negro representan el error estándar.

La Z1 presentó una riqueza de 77 especies, encontrándose entre las más abundantes a *O. venusta* con  $1056 \text{ ind.m}^{-3}$ , seguida de *R. nasutus* con  $740 \text{ ind.m}^{-3}$ , *O. plumífera* con  $710 \text{ ind.m}^{-3}$ , *P. parvus* con  $691 \text{ ind.m}^{-3}$  y *C. rapax* con  $\text{ind.m}^{-3}$  (figura 4a). La Z2 presentó una mayor riqueza específica con 84 especies, donde las especies con mayor densidad fueron *O. venusta* ( $559 \text{ ind.m}^{-3}$ ), seguida de *C. Chilensis* ( $523 \text{ ind.m}^{-3}$ ), *C. rapax* con ( $389 \text{ ind.m}^{-3}$ ), *O. media* ( $382 \text{ ind.m}^{-3}$ ) y *Oncaea conifera* ( $375 \text{ ind.m}^{-3}$ ) (Figura 4b). Adicionalmente, los valores de diversidad fueron similares en ambas zonas; sin embargo, la Z2 tuvo una densidad levemente mayor ( $3,76 \text{ bits.ind.}$ ) en comparación a la Z1 ( $3,70 \text{ bits.ind.}$ ).

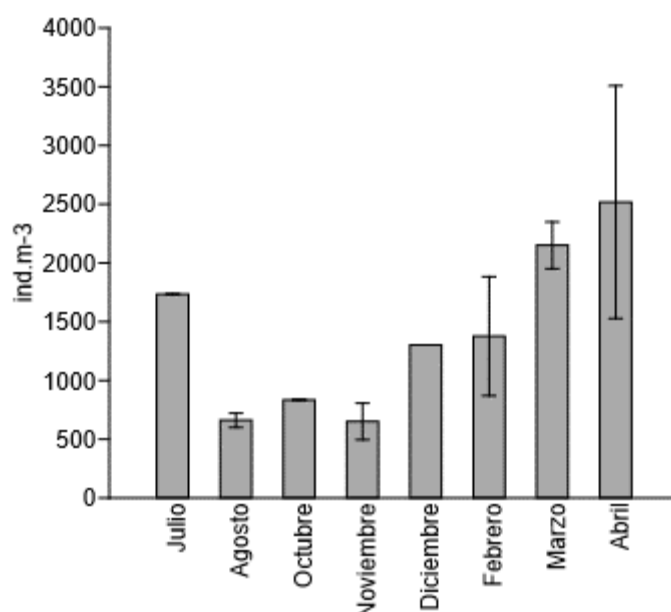




**Figura 4.** Densidad total (transformación logarítmica) de las especies de copépodos epipelágicos en el mar ecuatoriano. a) Z1, b) Z2; en el grupo “Otros” se incluyeron las especies con densidades inferiores al 2,6%.

### 4.1.3. Distribución temporal

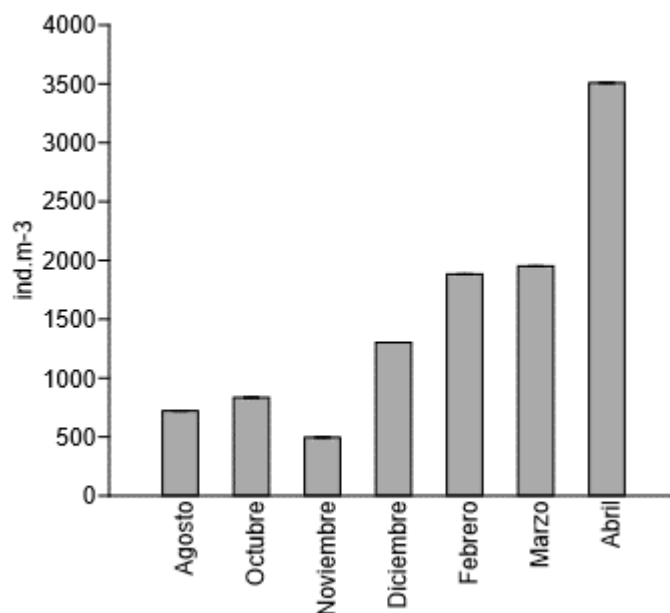
En cuanto a la densidad mensual, la comunidad de copépodos mostró los valores más altos en abril del 2018 con  $5036 \pm 990 \text{ ind.m}^{-3}$ , donde se encontraron entre las especies más abundantes a *O. venusta* ( $863 \text{ ind.m}^{-3}$ ) y *C. chilensis* ( $467 \text{ ind.m}^{-3}$ ). La densidad más baja correspondió a octubre del 2017 con  $835 \text{ ind.m}^{-3}$  (figura 5). Adicionalmente, *O. venusta*, *O. plumifera*, *P. parvus*, *R. nasutus*, *Subeucalanus pileatus*, *O. conifera*, *Oncaea englishi*, *T. discaudata*, *Pleuromamma gracilis*, *Corycaeus ovalis*, *C. furcatus* y *Clausocalanus furcatus* fueron especies que se presentaron durante todo el periodo de estudio. La riqueza total fue de 95 especies; con relación a la diversidad, el valor más alto se presentó en noviembre del 2017 con  $3,49 \text{ bits.ind}$  y el más bajo fue en abril del 2018 con  $3,40 \text{ bits.ind}$ . La variación mensual de la densidad presentó diferencias significativas ( $p = < 0,0001$ ) (anexo 5).



**Figura 5.** Densidad promedio mensual de copépodos epipelágicos durante julio del 2017 y abril del 2018. Las barras de color gris representan la densidad total y las barras de color negro representan el error estándar. Los meses de julio, octubre y diciembre solo tuvieron una muestra.

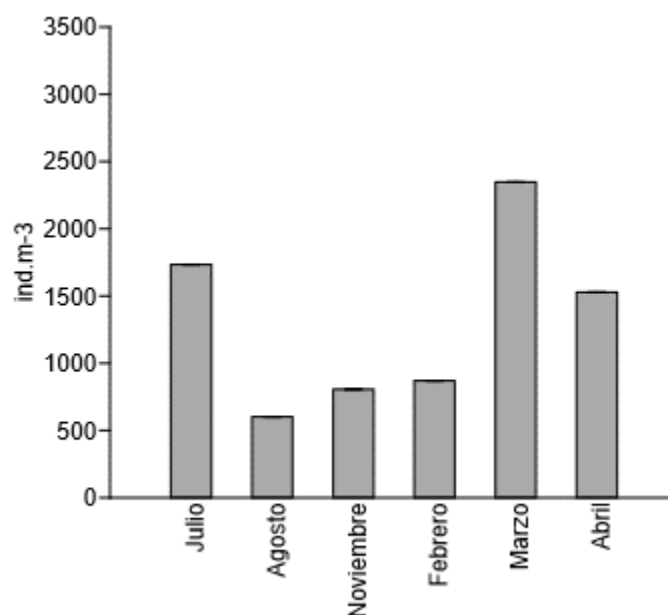
La Z1 presentó un incremento en la densidad de copépodos durante diciembre, febrero, marzo y abril registrando su pico más alto en abril con  $3508 \text{ ind.m}^{-3}$  (figura 6), donde *O. venusta* ( $665 \text{ ind.m}^{-3}$ ) fue la especie más abundante y frecuente durante el periodo de estudio en esta zona. *Paracalanus denudatus* ( $198 \text{ ind.m}^{-3}$ ) fue otra especie abundante, aunque su presencia se registró

exclusivamente durante los meses cálidos. La mínima densidad correspondió a noviembre con 495 ind.m<sup>-3</sup>, donde la densidad de *O. venusta* se redujo a 38 ind.m<sup>-3</sup>. Se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas ( $p = < 0,0001$ ) en la variación mensual de la comunidad de copépodos (anexo 6).



**Figura 6.** Densidad mensual de copépodos epipelágicos en la Z1 durante julio del 2017 y abril del 2018.

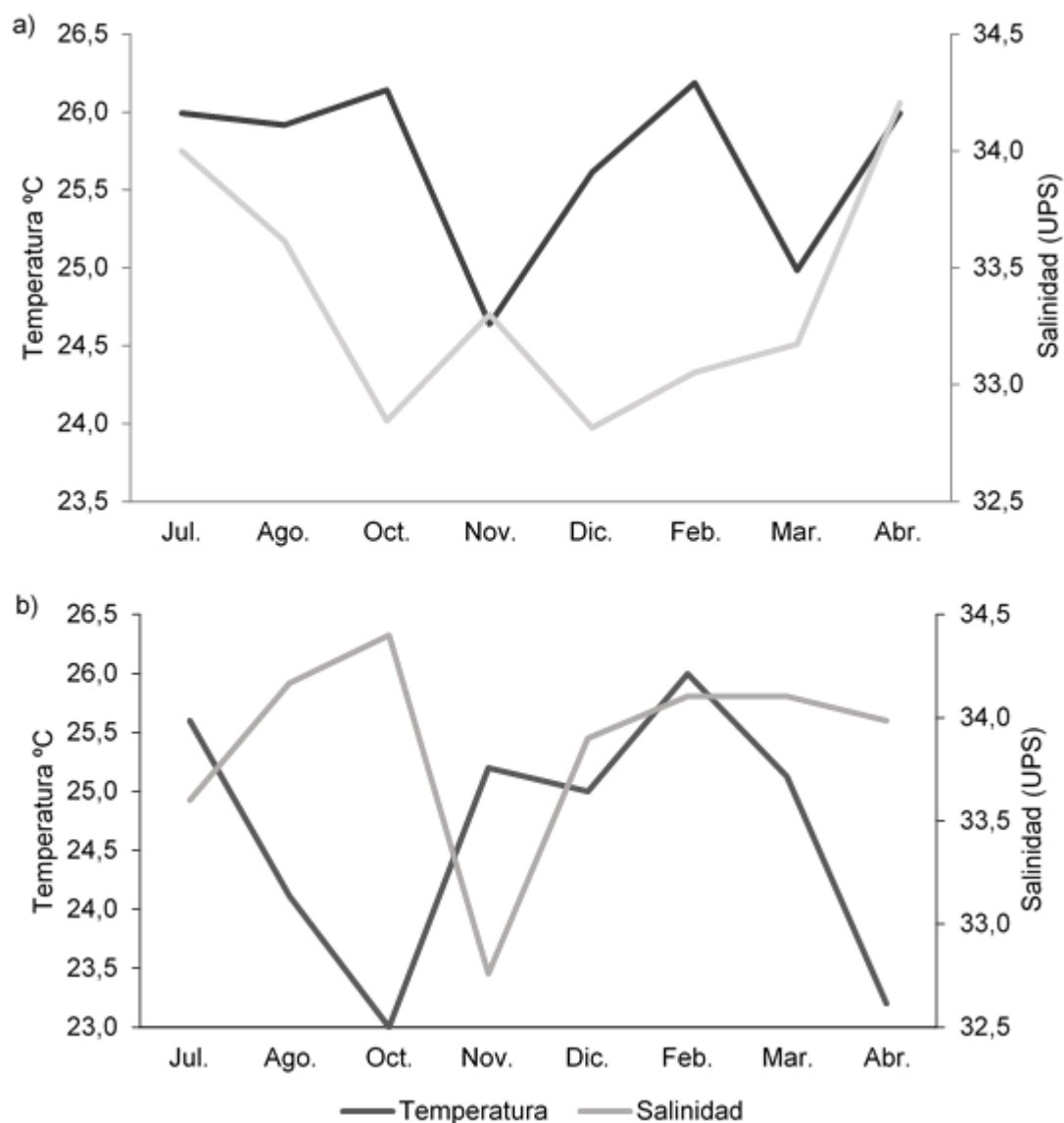
En la Z2, la mayor densidad de copépodos se dio en marzo con 2348 ind.m<sup>-3</sup> (figura 7), donde *P. parvus* y *O. rigida* obtuvieron la mayor abundancia con 170 ind.m<sup>-3</sup>. El valor mínimo se registró en agosto con 601 ind.m<sup>-3</sup>, donde *P. parvus* catalogada como una especie abundante para esta zona mostró un descenso notorio (14 ind.m<sup>-3</sup>) durante este mes; así como la ausencia de *O. rigida*. La variación mensual de abundancia presentó diferencias significativas ( $p = < 0,0001$ ) (anexo 7).



**Figura 7.** Densidad mensual de copépodos epipelágicos en la Z2 durante julio del 2017 y abril del 2018

#### 4.1.4. Condiciones ambientales

La temperatura y salinidad promedio del área de estudio fue de 25,2 °C y 33,6 UPS. En la Z1, la temperatura más alta se presentó en febrero del 2018 (26,2 °C) y el valor más bajo en noviembre del 2017 (24, 6 °C), en cuanto a la salinidad el valor más alto lo obtuvo abril (34,2 UPS) y el más bajo en octubre y diciembre con 32,8 UPS. En la Z2, la máxima temperatura fue de 26 °C dada en febrero y la más baja en octubre con 23 °C y abril con 23,2 °C (figura 8a). La salinidad registró el máximo en abril (34,2 UPS) y el mínimo (32,8 UPS) en octubre y diciembre (figura 8b). Las variables ambientales presentaron diferencias significativas ( $p=0,0351$ ) entre zonas (anexo 8).



**Figura 8.** Variables ambientales registradas durante el periodo de estudio a) Z1; b) Z2.

Las variables ambientales tuvieron una mayor correlación con la densidad de copépodos en la Z2, especialmente con la temperatura ( $r=0,88$ ) y en menor grado con la salinidad ( $r=0,66$ ); mientras que, Z1 presentó una baja correlación con temperatura ( $r=0,49$ ) y salinidad ( $r=0,29$ ) (anexo 9 y 10).



## 5. DISCUSIÓN

Se identificaron 95 especies de copépodos epipelágicos en el mar ecuatoriano, donde el orden Calanoida fue el más abundante y el que aportó con la mayor riqueza específica. Este grupo estuvo representado principalmente por copépodos de tamaño pequeño ( $< 1$  mm), especialmente por los géneros *Paracalanus* y *Clausocalanus* (calanoida); *Oithona*, *Oncaea* y *Corycaeus* (cyclopoidea) y *Microsetella* (Harpacticoida).

El cyclopoide *O. venusta* fue el más abundante durante los meses analizados, mostrando una amplia distribución en el área de estudio; lo cual coincide con Tutasi (2005), Tutasi et al. (2011) y López & Mojica (2015) quienes reportan a esta especie como la más extendida en aguas ecuatorianas. Este hallazgo puede deberse a que es una especie cosmopolita, por lo tanto, posee una gran tolerancia a un amplio rango de condiciones ambientales.

De manera similar a lo reportado por Cajas (2015), las especies *O. venusta*, *P. parvus*, *O. conífera*, *S. pileatus*, *C. chilensis* y *C. pauper* representaron la mayor densidad dentro del área de estudio. Así mismo, se determinó que el mayor número de especies registradas son principalmente de aguas oceánicas, tales como *O. venusta*, *O. media*, *S. pileatus*, *C. pauper*, *C. furcatus*, *T. discaudata* y en menor cantidad especies neríticas como *Acartia tonsa*, *Acartia lilljeborgii*, *O. clevei* y *Labidocera acuta*; esta mezcla entre especies oceánicas y neríticas estaría asociada a la presencia de diferentes tipos de masas de agua que confluyen en la costa ecuatorial (Prado & Cajas, 2009, 2010; Cajas, 2015).

En consecuencia, tomando en cuenta lo descrito por otros autores (Arcos & Fleminger, 1986; Tutasi, 2005; Prado & Cajas, 2009, 2010; Tutasi et al., 2011; Cajas, 2015) y el presente estudio, se considera que las especies identificadas son típicas del mar ecuatoriano. Con relación a su distribución espacial, se asume que la composición de copépodos epipelágicos es homogénea con diferencias a únicamente nivel de densidad.

Los valores más altos de densidad se presentaron en la Z1, lo cual podría estar influenciado por aguas cálidas con baja salinidad provenientes de la corriente de Panamá y la incursión de masas de agua fría. Mientras que, la Z2 fue ligeramente más diversa que Z1, lo que posiblemente se deba a la influencia de la corriente

de Humboldt; además, del aporte de nutrientes y afloramientos provenientes de la zona costera característicos del Estuario del Río Chone y del Golfo de Guayaquil, creando un ambiente adecuado para el desarrollo de las poblaciones de copépodos.

La composición mensual de copépodos registró a *O. venusta*, *O. plumifera*, *P. parvus*, *R. nasutus*, *S. pileatus*, *O. conifera*, como las especies más frecuentes durante todo el estudio, lo cual permite considerarlas como poblaciones permanentes de aguas ecuatorianas (Cajas, 2017; Prado & Cajas, 2009, 2010; Tutasí, 2005). Se presentaron diferencias significativas en la variación mensual ( $p = <0,0001$ ), lo cual se refleja en una marcada estacionalidad, caracterizada por el incremento de densidad durante los meses cálidos (diciembre, febrero, marzo y abril) debido a la mayor influencia de aguas de altas temperaturas.

La TSM fluctuó entre 23 y 26,2 °C, considerándose 23 °C como aguas frías y 26,2 °C como aguas cálidas. Estas variaciones de temperatura permitieron registrar la presencia de especies que tipifican masas de agua con baja temperatura como *C. chilensis*, *R. nasutus*, *O. conifera*, *P. parvus*, *O. plumifera* y de aguas cálidas como *O. venusta*, *C. pauper*, *C. furcatus* y *T. discaudata*; esta tipificación de aguas se asemeja a reportado por Tutasí (2005). En cuanto las condiciones ambientales se presentaron diferencias significativas entre zonas; sin embargo, la permanencia de ciertas especies en condiciones de alta y baja temperatura y salinidad puede estar asociado a su tolerancia ante las fluctuaciones ambientales, considerándolas especies eurioicas.

A nivel general, los copépodos alcanzaron su pico de densidad en abril. Este periodo estuvo marcado por la incursión de masas de aguas de baja temperatura y alta salinidad, lo cual coincide con los resultados de Bonilla et al. (2002). De manera similar a lo registrado por Cajas (2015) y Prado & Cajas (2009) las especies más importantes fueron *P. parvus*, *O. conifera*, *O. clevei* y *O. plumifera*, se considera que esto podría estar influenciado por la productividad primaria y surgencias costeras de aguas ricas en nutrientes que caracterizan los pulsos de agua fría.

*P. parvus* estuvo presente en ambas zonas; sin embargo, a diferencia de lo dicho por Boltovskoy (1981) que es una especie característica de aguas templadas a

frías, en este estudio se presentó tanto en condiciones frías como cálidas. Cajas (2015) la reporta como la más abundante en Santa Elena durante marzo, coincidiendo con los resultados registrados en la Z2 del presente estudio.

En la Z2, *C. chilensis* presentó su máximo de densidad en abril, esto podría explicarse ya que esta zona está bajo la influencia de corriente de Humboldt, siendo esta especie considerada como indicadora de esta corriente (Arcos & Fleminger, 1986). Adicionalmente, *O. venusta* también fue abundante, lo cual puede deberse a que este es un mes de transición entre condiciones frías y cálidas. En concordancia con Tutasí (2005) y Tutasí et al. (2011) se puede considerar a *O. venusta* y *C. chilensis* como especies que caracterizan el extremo norte y sur del frente ecuatorial.

Se asume que en octubre del 2017 hubo una incursión de aguas frías y de alta salinidad provenientes del sur en la Z2. Cabe señalar que, no se obtuvo muestra de este mes, por lo cual no se pudo estimar si existió un aumento en la densidad en la comunidad de copépodos asociada con afloramientos; mientras que, en noviembre se presentó una incursión de aguas de alta temperatura y baja salinidad provenientes del norte, con la aparición de especies típicas de condiciones cálidas como *Lucicutia flavicornis*, *Acartia negligens*, *C. furcatus*, *O. plumifera* y *C. pauper*.

En la misma zona, durante marzo del 2018 se observó un incremento en la densidad de copépodos, esto coincidió con la presencia de aguas cálidas de alta salinidad. Durante este mes se registró la aparición de *A. tonsa*, señalada por Boltovskoy (1981) como una especie costera y de aguas frías. Salinas (2007) la reporta como la más abundante en aguas costeras de Santa Elena; esto indica que, su presencia podría estar relacionada al transporte de esta especie por corrientes desde la costa hacia la parte oceánica.

*O. rigida* fue una de las especies más abundantes durante marzo y se encontró exclusivamente en la Z2. La presencia de esta especie estuvo marcada por masas de agua de alta salinidad y temperatura. Además, esta especie presentó una disminución notoria en su densidad en abril, lo cual podría estar relacionado al descenso de la TSM registrado durante ese mes; esto podría deberse a que

Raju, Selvaraju, Kumar, & Devi (2012) indican que las temperaturas óptimas para el desarrollo de *O. rigida* oscilan entre 25 y 34 °C.

La Z1 presentó una baja influencia de las condiciones ambientales, esto podría explicar la ausencia de especies que pueden considerarse indicadoras de masas de agua; por lo que se asume la presencia de una comunidad de copépodos epipelágicos permanente, con variaciones en densidad que podrían estar relacionadas a factores bióticos tales como producción primaria y predación.

## 6. CONCLUSIONES

La comunidad de copépodos epipelágicos estuvo caracterizada principalmente por la presencia permanente de especies eurioicas que pueden considerarse típicas de aguas ecuatorianas.

La aparición específica de *O. rigida* en condiciones cálidas de alta salinidad permite considerarla indicadora de este tipo de masas de agua.

La interacción e incursión de masas de agua continentales, neríticas y oceánicas permiten que las especies registradas se encuentren distribuidas de forma homogénea en el mar ecuatoriano, con variaciones a nivel de densidad.

Las poblaciones de copépodos mostraron una marcada estacionalidad que estuvo representada por un incremento en la densidad durante los meses considerados como cálidos.

Las condiciones ambientales tuvieron mayor influencia en las poblaciones de copépodos en la Z2; mientras que, la baja correlación en la Z1 puede indicar que las variaciones en las poblaciones están relacionadas con interacciones tróficas.

## **7. RECOMENDACIONES**

Extender el área de estudio desde el Norte de Esmeraldas hasta la provincia El Oro con la finalidad de comprender la dinámica de la comunidad de copépodos en todo el perfil costero. Así mismo, se recomienda extender el periodo de estudio para determinar variaciones interanuales.

Incluir otras variables como pH, oxígeno, fitoplancton y clorofila *a* para conocer y comprender su influencia sobre las comunidades de copépodos en su composición y distribución.

Incorporar otros grupos taxonómicos del zooplancton que permitan entender las diferentes interacciones ecológicas que se desarrollan en el mar ecuatoriano.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcos, F. (1978). Distribución de la biomasa planctónica y copépodos en la parte interior del Golfo de Guayaquil. *Rev. Com. Perm. Pac. Sur*, 9, 41–50.
- Arcos, F., & Fleminger, A. (1986). Distribution of filter-feeding Calanoid copepods in the Eastern Equatorial Pacific. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations*, 27, 170–187.
- Beaugrand, G., Reid, P., Ibanez, F., Lindley, J., & Edwards, F. (2002). Reorganization of North Atlantic marine copepod biodiversity and climate. *Science*, 296(June), 1692–1694. <https://doi.org/10.1126/science.1071329>
- Björnberg, T. A. (1981). Copépoda. In D. Boltovskoy (Ed.), *Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. (pp. 587 – 679). Mar del Plata, Argentina: INIDEP.
- Boltovskoy, D. (1981). *Atlas de zooplancton del Atlántico Sudoccidental y método de trabajo con el zooplancton marino*. Mar del Plata, Argentina: INIDEP.
- Bonilla, M. (1990). Variación mensual del plancton en una estación fija La Libertad (Salinas), Ecuador. Periodo: 1988 - 1989. *Acta Oceanográfica Del Pacífico*, 6(1), 58–67.
- Bonilla, M. (1992). Efectos de El Niño 1982-1983 en la distribución de copépodos del Pacífico Ecuatorial Oriental. Concepción, Chile.
- Bonilla, M. (2003). Distribución de copépodos en una estación fija en el estuario interior del golfo de Guayaquil: 2000-2002. *Revista Tecnológica*, 16(1), 84–89.
- Bonilla, M., Plúas, F., & Camposano, J. (2002). Condiciones del plancton en una estación fija: Puerto el Morro-Playas, Golfo de Guayaquil, 2000-2002. *Acta Oceanográfica Del Pacífico*, 11(1).
- Cajas, J. (2017). Variabilidad del plancton en estaciones fijas frente al Ecuador durante 2012. *Revista de Ciencia Del Mar y Limnología*, 11(2), 120–139. <https://doi.org/10.31876/rcm.v11i2.48>
- Camberfort, S. (2009). "Efecto de las microalgas *Chaetoceros gracilis*, *Tetraselmis* sp. e *Isochrysis galbana* sobre la reproducción y desarrollo naupliar en copépodos clanoideos marinos tropicales, *Acartia* spp. Escuela Superior Politécnica el Litoral.
- Castellani, C. (2018). Copepods. *Elsevier*, 640–650. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11609-4>
- Chen, Y. (1986). The vertical distribution of some Pelagic copepods in the eastern Tropical Pacific. *CalCOFI Rep*, 27(1).
- Coello, D., & Prado, M. (2010). Variabilidad del plancton en estaciones fijas frente a la costa ecuatoriana. *Revista de Ciencia Del Mar y Limnología*, 4(2), 1–21.

- Dawson, J., & Knatz, G. (1980). *Illustrated key to the planktonic copepods of San Pedro Bay*. California.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. (2016).. InfoStat. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Retrieved from <http://www.infostat.com.ar>
- Grice, G. (1961). Calanoid copepods from Equatorial waters of the Pacific Ocean. *Fishery Bulletin* 186, 61, 171–246.
- Jaimes, J., & López, R. (2014). Biomasa y abundancia de Copepoda (Crustacea) en aguas superficiales del océano Pacífico colombiano durante septiembre de 2007. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 49(1), 31–41. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572014000100004>
- Jáume, D., Conradi, M., & López, P. (2004). *Copépodos*. (J. Barrientos, Ed.). Asociación Española de Entomología.
- Jimenez, R., & Bonilla, D. (1980). Composición y distribución de la Biomasa del plancton en el frente ecuatorial. *Acta Oceanográfica Del Pacífico*, 1(1), 19–64.
- Kozak, E., E., R., & Franco-Gordo, C. (2014). Inventario de biodiversidad de la costa sur de Jalisco y Colima. In M. Franco-Gordo (Ed.) (Electrónico, pp. 79–91).
- López-Ibarra, G., & Palomares-García, R. (2006). Estructura de la comunidad de copépodos en Bahía Magdalena, México, durante El Niño 1997-1998. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 41(1), 63–76.
- López, R. H., & Mojica, L. H. (2015). Distribution and abundance of *Oncaea* media and *O. venusta* (Crustacea: Copepoda) in the Colombian Pacific Ocean during two periods in 2001. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.*, 18(1), 197–206.
- Luzuriaga, M. (2015). Distribución del ictioplancton y su interrelación con parámetros bióticos y abióticos en aguas costeras ecuatorianas. *Acta Oceanográfica Del Pacífico*, 20(1), 120–154.
- Luzuriaga de Cruz, M. (2009). Distribución espacio-temporal del ictioplancton y zooplancton marino en las islas Galápagos, Ecuador (1988-2001). *Acta Oceanográfica Del Pacífico*, 15(1), 97–119.
- Luzuriaga de Cruz, M., Ortega, D., & Elías, E. (1998). Abundancia y distribución del ictioplancton, fitoplancton y zooplancton en el mar ecuatoriano en el mes de Abril de 1995. *Acta Oceanográfica Del Pacífico*, 9(1), 103–110.
- Martínez, M., Franco, A., Medina, J., & Santos, A. (2009). La comunidad de copépodos en las Islas de Providencia y Santa Catalina (Caribe Colombiano) Durante el Período lluvioso (Octubre) 2005. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 38(1), 85–103.



- Mazzocchi, M., Zagami, G., Ianora, A., Guglielmo, L., Crescenti, N., & Hure, J. (1995). Copepods. In L. Guglielmo & A. Ianora (Eds.), *Atlas of Marine Zooplankton, Straits of Magellan* (pp. 1–279). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-79139-0>
- Park, T. (1993). Taxonomy and distribution of the marine calanoid copepod family Euchaetidae. *Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography*. Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/4kr623b2>
- Prado, M., & Cajas, J. (2009). Variabilidad de plancton en estaciones fijas frente a la costa ecuatoriana durante el 2008. *Boletín Científico y Técnico*, 20(5), 24–42.
- Prado, M., & Cajas, J. (2010). Variabilidad del plancton en estaciones fijas frente a la costa ecuatoriana durante 2007. *Revista de Ciencias Del Mar y Limnología*, 4(3), 1–11.
- Raju, P., Selvaraju, A., Kumar, N., & Devi, S. (2012). Laboratory Culture of Marine Cyclopoid copepod *Oithona rigida* Giesbrecht. *Indian Journal of Natural Sciences*, 3(14), 1177–1181.
- Roff, J. C. (1978). A guide to the marine flora and fauna of de Bay of: Copepoda: Calanoida. *Fish. Mar. Serv. Tech. Rep.*, 823, 1–29. Retrieved from <http://www.dfo-mpo.gc.ca/library/69589.pdf>
- Salinas, M. (2007). “*Abundancia, distribución y variación temporal de copépodos marinos (Calanoideos, Harpacticoideos, Cyclopoideos, Poecilostomatoideos y Monstrilloideos), en aguas costeras de la bahía de Santa Elena: La libertad durante octubre 2004/octubre 2005*”. Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Suárez, A. (2015). *Cultivo experimental de copépodos marinos bajo condiciones controladas con miras a su potencial uso como alimento vivo en el sector acuícola del país, en Punta Carnero-Salinas-Santa Elena. Ecuador*. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena.
- Tutasi, P. (2005). Composición, distribución y abundancia relativa de copépodos pelágicos calanoideos y no calanoideos en aguas ecuatorianas durante el evento La Niña en septiembre de 2001. *Acta Oceanográfica Del Pacífico*, 13(73–97).
- Tutasi, P., Palma, S., & Cáceres, M. (2011). Epipelagic copepod distributions in the eastern equatorial Pacific during the weak La Niña event of 2001. *Scientia Marina*, 75(4), 791–802. <https://doi.org/10.3989/scimar.2011.75n4791>
- Van Guelpen, L., Markle, D., & Duggan, D. (1982). An evaluation of accuracy, precision, and speed of several zooplankton subsampling techniques. *J. Cos. Int. Explor. Mer*, 40, 226–236. <https://doi.org/10.1093/icesjms/40.3.226>

Villate, F., & Orive, E. (1981). Copépodos planctónicos del estuario de Plencia: composición ,distribución y abundancia. *Munibe (San Sebastián)*, 33(87–100).

## 9. ANEXOS

**Anexo 1.** Posiciones geográficas de los puntos de colecta de muestras.

Fecha	Zona	Latitud	Longitud
27/08/2017	I	0°11'28.75" N	80°41'16.51" W
28/10/2017	I	0°19'04.23" N	80°39'01.58" W
20/11/2017	I	0°16'31.4" N	80°38'81.3" W
30/11/2017	I	0°13'52.98" N	80°40'12.90" W
13/12/2017	I	0°19'12.06" N	80°39'58.33" W
11/02/2018	I	0°13'37.20" N	80°40'29.57" W
16/03/2018	I	0°12'56.22" N	80°40'22.55" W
07/04/2018	I	0°12'44.96" N	80°40'40.98" W
19/07/2017	II	0°30'33.30" S	81°05'01.79" W
25/07/2017	II	0°0'48.12" S	80°47'09.6601" W
14/08/2017	II	0°38'08.34" S	81°07'06.52" W
02/11/2017	II	0°2'36.65" S	80°06'0" W
17/02/2018	II	0°2'25.38" S	81°03'08.3" W
21/03/2018	II	0°25'26.70" S	81°03'57.30" W
03/04/2018	II	01°55'22.80" S	81°23'01.68" W

**Anexo 2.** Variables ambientales (temperatura y salinidad) registradas durante el periodo de estudio.

Fecha	Zona	latitud	longitud	TSM	SSM
	I			35,6	23,6
27/08/2017	I	0°11'28.75" N	80°41'16.51" W	25,9	33,6
28/10/2017	I	0°19'04.23" N	80°39'01.58" W	26,1	32,8
20/11/2017	I	0°16'31.4" N	80°38'81.3" W	24,6	33,0
30/11/2017	I	0°13'52.98" N	80°40'12.90" W	24,5	33,6
13/12/2017	I	0°19'12.06" N	80°39'58.33" W	25,6	32,8
11/02/2018	I	0°13'37.20" N	80°40'29.57" W	26,2	33,1
16/03/2018	I	0°12'56.22" N	80°40'22.55" W	25,0	33,2
07/04/2018	I	0°12'44.96" N	80°40'40.98" W	26,0	34,2
19/07/2017	II	0°30'33.30" S	81°05'01.79" W	25,4	33,8
25/07/2017	II	0°0'48.12" S	80°47'09.6601" W	25,7	33,4
14/08/2017	II	0°38'08.34" S	81°07'06.52" W	24,1	34,2
	II			23,0	24,4
02/11/2017	II	0°2'36.65" S	80°06'0" W	25,2	32,8
	II			25,0	33,9
17/02/2018	II	0°2'25.38" S	81°03'08.3" W	26,0	34,1
21/03/2018	II	0°25'26.70" S	81°03'57.30" W	25,1	34,1
03/04/2018	II	01°55'22.80" S	81°23'01.68" W	23,2	34,0

**Anexo 3.** Lista de especies de copépodos epipelágicos encontrados en el mar ecuatoriano desde julio del 2017 hasta abril del 2018.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	Nombre científico
Maxillopoda	Calanoida	Acartiidae	<i>Acartia danae</i>
			<i>Acartia lilljeborgii</i>
			<i>Acartia negligens</i>
			<i>Acartia tonsa</i>
		Aetideidae	<i>Aetideus armatus</i>
			<i>Gaetanus pileatus</i>
		Augaptilidae	<i>Euaugaptilus maxilaris</i>
			<i>Haloptilus longicirrus</i>
			<i>Haloptilus oxyccephalus</i>
		Calanidae	<i>Calanus chilensis</i>
			<i>Canthocalanus pauper</i>
			<i>Mecyoncera clausi</i>
			<i>Candacia catula</i>
		Candaciidae	<i>Candacia curta</i>
			<i>Paracandacia truncata</i>
			<i>Centropages furcatus</i>
		Centropagidae	<i>Clausocalanus arcuicornis</i>
			<i>Clausocalanus furcatus</i>
			<i>Clausocalanus jobei</i>
			<i>Clausocalanus laticeps</i>
			<i>Clausocalanus</i>
			<i>mastigophorus</i>
			<i>Clausocalanus minor</i>
		Eucalanidae	<i>Paraeucalanus sewelli</i>
			<i>Subeucalanus longiceps</i>
			<i>Subeucalanus pileatus</i>
		Euchaetidae	<i>Euchaeta acuta</i>
			<i>Euchaeta longicornis</i>
			<i>Euchaeta pubera</i>
			<i>Paraeuchaeta grandiremis</i>
		Heterorhabdidae	<i>Heterorabdus sp. cf</i>
			<i>Heterorhabdus novergicus</i>
			<i>Heterorhabdus papilliger</i>
		Lucicutiidae	<i>Lucicutia clausi</i>
			<i>Lucicutia flavicornis</i>
			<i>Lucicutia longicornis</i>
			<i>Lucicutia magna</i>
		Metridinidae	<i>Metridia brevicaudata</i>
			<i>Metridia discreta</i>
			<i>Metridia longa</i>
			<i>Metridia princeps</i>
			<i>Pleuromamma abdominalis</i>

		<i>Pleuromamma borealis</i>
		<i>Pleuromamma gracilis</i>
		<i>Pleuromamma piseki</i>
		<i>Pleuromamma robusta</i>
	Nannocalanidae	<i>Nannocalanus minor</i>
	Paracalanidae	<i>Acrocalanus gibber</i>
		<i>Acrocalanus longicornis</i>
		<i>Calocalanus contractus</i>
		<i>Calocalanus pavo</i>
		<i>Calocalanus pavonicus</i>
		<i>Calocalanus plumulosus</i>
		<i>Calocalanus styliremis</i>
		<i>Paracacaluns denudatus</i>
		<i>Paracalanus campaneri</i>
		<i>Paracalanus parvus</i>
	Pontellidae	<i>Calanopia minor</i>
		<i>Labidocera acuta</i>
		<i>Pontellina sobrina.</i>
		<i>Temora discaudata</i>
		<i>Temoropia mayumbaensis</i>
	Rhincalanidae	<i>Rincalanus nasutus</i>
	Scolecitrichidae	<i>Scaphocalanus brevicornis</i>
		<i>Scaphocalanus farrani</i>
		<i>Scaphocalanus magnus</i>
		<i>Scolecithricella sp.</i>
		<i>Scolecithrix danae</i>
	Spinocalanidae	<i>Spinocalanus horridus</i>
Cyclopoida	Oithonidae	<i>Oithona frigida</i>
		<i>Oithona Hamata</i>
		<i>Oithona plumifera</i>
		<i>Oithona rigida</i>
		<i>Oithona setigera</i>
	Corycaeidae	<i>Corycaeus affinis</i>
		<i>Corycaeus agilis</i>
		<i>Corycaeus amazonicus</i>
		<i>Corycaeus andrewsi</i>
		<i>Corycaeus crassiusculus</i>
		<i>Corycaeus giesbrechti</i>
		<i>Corycaeus ovalis</i>
		<i>Corycaeus speciosus</i>
		<i>Farranula rostrata</i>
	Lubbockidae	<i>Lubbockia squillimana</i>
	Oncaeidae	<i>Conaea rapax</i>
		<i>Oncaea clevei</i>
		<i>Oncaea conifera</i>
		<i>Oncaea englishi</i>

		<i>Oncaea media</i>
		<i>Oncaea mediterranea</i>
		<i>Oncaea venusta</i>
	Sapphirinidae	<i>Copilia mirabilis</i>
		<i>Sapphirina stellata</i>
Harpacticoida	Aegisthidae	<i>Aegisthus mucronatus</i>
	Ectinosomatidae	<i>Microsetella rosea</i>
	Euterpinidae	<i>Euterpina acutifrons</i>

**Anexo 4.** Test de Mann-Whitney ( $P < 0.05$ ) entre zonas de estudio.

Table Analyzed	Zonas
Column B	Z2
vs.	vs.
Column A	Z1
Mann Whitney test	
P value	0.1335
Exact or approximate P value?	Exact
P value summary	ns
Significantly different ( $P < 0.05$ )?	No
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
Sum of ranks in column A, B	7049, 6155
Mann-Whitney U	2834
Difference between medians	
Median of column A	20.43, n=81
Median of column B	15.92, n=81
Difference: Actual	-4.519
Difference: Hodges-Lehmann	-3.537

**Anexo 5.** Test Kruskal-Wallis a nivel mensual.

Table Analyzed	Mensual General
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	8
Kruskal-Wallis statistic	95,51
Data summary	
Number of treatments (columns)	8
Number of values (total)	383

**Anexo 6.** Test Kruskal-Wallis a nivel mensual de la Z1.

Table Analyzed	Z1
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	6
Kruskal-Wallis statistic	27,2
Data summary	
Number of treatments (columns)	6
Number of values (total)	504

**Anexo 7.** Test Kruskal-Wallis a nivel mensual de la Z2.

Table Analyzed	Z2
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	7
Kruskal-Wallis statistic	29,46
Data summary	
Number of treatments (columns)	7
Number of values (total)	537

**Anexo 8.** Test ANOVA de una vía entre temperatura y salinidad (P < 0.05) a nivel mensual.

Column A	Z1
Unpaired t test	
P value	0,0351
P value summary	*
Significantly different (P < 0.05)?	Yes
One- or two-tailed P value?	Two-tailed
t, df	t=2,332, df=14
How big is the difference?	
Mean of column A	25,68
Mean of column B	24,65
Difference between means (B - A) ± SEM	-1,025 ± 0,4395
	-1,968 to -
95% confidence interval	0,08245
R squared (eta squared)	0,2798
F test to compare variances	
F, DF <sub>n</sub> , Df <sub>d</sub>	3,632, 7, 7
P value	0,1105
P value summary	ns
Significantly different (P < 0.05)?	No



**Anexo 9.** Correlación de Pearson entre temperatura, salinidad y densidad de copépodos (Z1).

	Densidad	Temperatura	Salinidad
Densidad	1.00	0.42	0.29
Temperatura	0.48	1.00	0.55
Salinidad	0.59	0.36	1.00

**Anexo 10.** Correlación de Pearson entre temperatura, salinidad y densidad de copépodos (Z2).

	Densidad	Temperatura	Salinidad
Densidad	1.00	0.88	0.66
Temperatura	-0.10	1.00	0.73
Salinidad	0.27	-0.21	1.00

## Anexo 11. Autorización para desarrollo del trabajo de titulación



Letamendi 102 y La Ría  
Telf: +(5934) 2401773 - 2401776 - 2401779  
P.O. Box: 09-01-15131  
Código Postal: 090314  
www.institutopesca.gob.ec  
Guayaquil-Ecuador

Oficio Nro. INP-GCT-2018-0099-OF

Guayaquil, 19 de junio de 2018

**Asunto:** Autorización para desarrollo de proyecto de titulación - Srta. Bárbara María Martínez Marcial

Señora Magister  
Mónica Concepción Armas Soto  
**Directora de Carrera de Biología**  
**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**  
En su Despacho

De mi consideración:

Una vez analizada su solicitud remitida a través de Oficio No. EB-21-18 de fecha 23 de mayo de 2018, tengo a bien poner en su conocimiento que se **AUTORIZA** a la Srta. Bárbara María Martínez Marcial con C.C. 095137019-6, egresada de la carrera de Biología, trabajar dentro del Laboratorio de Plancton del Proceso Investigación de los Recursos Bioacuáticos y su Ambiente (I.R.B.A.) del Instituto Nacional de Pesca (INP), para el desarrollo de su proyecto de titulación denominado "*Análisis de la comunidad de copépodos epipelágicos en el mar ecuatoriano*".

Las actividades correspondientes al proyecto de titulación estarán bajo la supervisión del Mgs. Robert Bucheli Quiñonez, funcionario designado por el INP.

Adicional, se comunica que se deja sin efecto el Oficio N° EB-14-18 de fecha 08 de marzo de 2018.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Srta. Carla Cristina Zambrano Barbery  
**SUBDIRECTORA CIENTÍFICA TÉCNICA - INP. (E)**

Anexos:  
- Oficio-Srta. Bárbara Martínez  
- Hoja de ruta

Copia:  
Señorita Magister  
Maria del Pilar Solís Coello  
**Directora General Instituto Nacional de Pesca (e)**

Señor Oceanógrafo  
Telmo Jacinto Gonzalo De la Cuadra Frias  
**Coordinador de Recursos Oceanografía y Cambio Climático - INP**

Señora Magister  
Digna Mónica Prado España  
**Investigador Pesquero**

Señor Magister  
Robert Jorge Bucheli Quiñonez  
**INP - Investigador Pesquero**

Señorita Ingeniera  
Johanna Mariella Garrido Muvulema  
**Líder de Gestión de Talento Humano - INP**

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA  
GESTIÓN RECURSOS HUMANOS  
**RECIBIDO**  
FECHA: 20/06/2018  
HORA: 10:05

NOMBRE