



Universidad de Concepción
Dirección de Postgrado
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas
Programa de Magister en Ciencias mención Oceanografía

**Estructura comunitaria de copépodos pelágicos asociados a
montes submarinos de la Dorsal Juan Fernández (32-34°S) en el
Pacífico Sur Oriental**

Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias con mención en
Oceanografía

PAMELA ANDREA FIERRO GONZÁLEZ
CONCEPCIÓN-CHILE
2019

Profesora Guía: Pamela Hidalgo Díaz
Departamento de Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas
Universidad de Concepción

Profesor Co-guía: Rubén Escribano
Departamento de Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas
Universidad de Concepción

La Tesis de “Magister en Ciencias con mención en Oceanografía” titulada “Estructura comunitaria de copépodos pelágicos asociados a montes submarinos de la Dorsal Juan Fernández (32-34°S) en el Pacífico sur oriental”, de la Srta. “PAMELA ANDREA FIERRO GONZÁLEZ” y realizada bajo la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, ha sido aprobada por la siguiente Comisión de Evaluación:

Dra. Pamela Hidalgo Díaz
Profesora Guía
Universidad de Concepción

Dr. Rubén Escribano
Profesor Co-Guía
Universidad de Concepción



Dr. Samuel Hormazábal
Miembro de la Comisión Evaluadora
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Dr. Fabián Tapia
Director
Programa de Magister en Oceanografía
Universidad de Concepción

A Juan Carlos y Sebastián



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a quienes con su colaboración y apoyo hicieron posible el desarrollo y término de esta tesis.

En primer lugar, agradezco a los miembros de mi comisión de tesis. A mi profesora guía, Dra. Pamela Hidalgo, por apoyarme y guiarme en este largo camino de formación académica, por su gran calidad humana, contención y apoyo personal. A mi profesor co-guía, Dr. Rubén Escribano, por siempre tener la disposición a compartir sus conocimientos y consejos. Al Dr. Samuel Hormazábal por sus comentarios y formar parte de esta tesis.

En segundo lugar, agradezco a Ramiro Riquelme y Sonia Yañez por generosamente, entregarme parte de su tiempo, conocimientos y por todo lo que me han enseñado.

Con mucho cariño, agradezco a mis amigos del Grupo de Estudio en Ecología y Biodiversidad del Plancton, Belén Franco, Guillermo Feliú, Paula Ruz y Braulio Fernández, gracias por su apoyo siempre, por su alegría constante y compañerismo.

Agradezco también al grupo de trabajo del Laboratorio de Ecología Pelágica, especialmente a Johanna Medellín, Liliana Espinosa y Katerin Aniñir, por compartir el mundo taxonómico, la paciencia y el apoyo de esas largas horas de lupa. También, agradecer al equipo de extensión del Instituto Milenio de Oceanografía, especialmente a Bárbara Léniz y Tamara Luna por la confianza y guía en el aprendizaje en la divulgación de las ciencias como parte del rol social de los científicos. Agradezco a las distintas fuentes de financiamiento que me permitieron estudiar este magister: Beca Dirección de Postgrado Universidad de Concepción y Beca para postgrados del Instituto Milenio de Oceanografía.

Agradezco a *International Associated Laboratory Marine Biogeochemistry and Functional Ecology (LIA MORFUN)*, por financiar mi estadía de entrenamiento en el Observatorio Oceanográfico de Banyuls sur Mer, Universidad Pierre et Marie Curie, Francia. Al Dr. Claude Razouls y Nicolas Desreumaux por recibirme tan amablemente.

A mis amigas y amigos de tantos años, por estar en los buenos días y sobre todo por seguir en los malos.

Finalmente, agradezco profundamente a mi familia, a mi padre Juan Carlos y a mi hermano Sebastián por ser mi apoyo y sostén ante cualquier nuevo paso que doy, por lo que somos y por cómo hemos llegado hasta aquí. A Daniela por su amistad y cariño.

Y a mi madre, en mis pensamientos, siempre.

CURRICULUM VITAE

Pamela Andrea Fierro González

2015-2019: Magíster en Ciencias mención Oceanografía, Universidad de Concepción, Chile.

2014: Título profesional de Biólogo Marino, Universidad de Concepción, Chile.

ÁREAS DE INVESTIGACIÓN

Principal: Oceanografía Biológica

Secundaria: Taxonomía de Copépodos

PUBLICACIONES

Fierro, P.A., P. Hidalgo, P. Pino-Pinuer, M. Marchant. 2016. First record of the copepod *Neomormonilla minor* (Giesbrecht, 1891) (MORMONILLOIDA, MORMONILLIDAE) for the Humboldt Current System off the Chilean coast. *Crustaceana* 89 (1) 19-28. Doi: 10.1163/15685403-00003466.

Ruz, P., Hidalgo, P., Escribano, R., Cornejo, M., Fierro, P.A., Riquelme-Bugueño, R., Feliú, G., Hypoxia effects on egg production and early stages of *Acartia (Acanthacartia) tonsa* in the Humboldt Current Upwelling Ecosystem. (en revisión) *Latin American Journal of Aquatic Research*.

Cobo, R., Hidalgo, P., Aguilera, V., Fierro, P., Ruz, P., Diel Vertical Migration of *Nannocalanus minor* and *Eucalanus inermis* (COPEPODA: Calanoidea) associated with the Oxygen Minimum Zone in northern Chile. (en prep) *Latin American Journal of Aquatic Research*.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

2018: Miembro del equipo de extensión Instituto Milenio de Oceanografía.

2014-2017: Técnico proyecto FONDECYT 113-0511. Oceanographic-climate process modulating ecosystem responses in the Humboldt Current plankton as indicators. Investigador principal: Dr. Rubén Escribano.

2014-2015: Ayudante de investigación. Programa de Colaboración Internacional CONICYT Chile- Estados Unidos, N° USA 2012-0006 “Ecological consequences of low-oxygen water masses on mesozooplankton in the Humboldt Current Ecosystem”.

2012-2013: Colaborada en el Proyecto CONICYT “Fortalecimiento de una red internacional de investigación sobre diversidad del plancton en el Pacífico y Atlántico Sur. Red 12-0035”.

EXPERIENCIA DOCENTE

2014-2015: Alumno ayudante, curso “Biodiversidad en el ambiente pelágico”. Universidad de Concepción, Concepción, Chile. Profesor a cargo: Dra. Pamela Hidalgo.

2014-2015: Instructor, Curso “Introducción a la Biodiversidad Marina”. Universidad de Concepción, Concepción, Chile. Profesores a cargo: Dra. Pamela Hidalgo, Dr. Erasmo Macaya, Dra. Alejandra Llanos.

2012-2015: Profesional ayudante, curso “Ecología y Taxonomía de copépodos”. Universidad de Concepción, Concepción, Chile. Profesor a cargo: Dra. Pamela Hidalgo.

2013: Colaborador Curso Internacional de Postgrado: Taxonomía e Identificación del Plancton. Programa de Doctorado Sistemática y Diversidad del Departamento de Zoología de la Universidad de Concepción. Financiado por Proyecto RED 120035 (IP. Dra. P. Hidalgo).

CRUCEROS OCEANOGRÁFICOS Y EXPERIENCIA EN TERRENO

2016: Crucero Cimar 22 Islas Oceánicas, Programa CIMAR del Comité Oceanográfico Nacional (CONA).

2016: Crucero *Mesoscale Ocean Plankton Expedition* (MOPEX). Instituto Milenio de Oceanografía, Chile.

2015: Crucero Lowphox I. Instituto Milenio de Oceanografía, Chile.

2013-2014: Muestreos estacionales, toma de muestras zooplánctónicas, nutrientes y gases campaña invierno-verano en la bahía de Mejillones. Programa de Colaboración Internacional CONICYT Chile- Estados Unidos, N° USA 2012-0006

2013-2014: Actividades experimentales: Estimaciones de crecimiento en copépodos en diferentes condiciones de oxígeno. Programa de Colaboración Internacional CONICYT Chile-Estados Unidos, N° USA 2012-0006

2014: Muestreos estacionales proyecto FONDECYT 113-0511

2014: Actividades experimentales proyecto FONDECYT 113-0511

CURSOS Y PASANTÍAS

2018: Curso Internacional de entrenamiento nodo regional OBIS-Chile.

2017: Estadía de entrenamiento en taxonomía de Copépodos con el Dr. Claude Razouls. Observatorio Oceanográfico de Banyuls/Mer, Universidad Pierre et Marie Curie. Francia.

2013: Curso Internacional de Postgrado: Taxonomía e Identificación del Plancton. Dictado en el Programa de Doctorado Sistemática y Diversidad del Departamento de Zoología de la Universidad de Concepción. Financiado por Proyecto REDES RED 120035 (IP. Dra. P. Hidalgo) realizado en la Estación de Biología Marina en Dichato, de la Universidad de Concepción, Chile entre los días 11 al 15 de noviembre 2013.

2013: Minicurso Adaptación evolutiva del zooplankton al cambio global, en el marco del XV COLACMAR, Punta el Este, Uruguay. 30 de octubre de 2013.

2011: Curso “Conservación biológica de ecosistemas terrestres y marinos”. 11 al 18 de julio. Dictado por el Dr. Peter Hodum, a cargo de la Dra. Viviane Jerez y el Dr. Billy Ernst, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Chile.

BECAS Y PREMIOS

2018: Premio Mejor Poster de Postgrado, XXXVIII Congreso de Ciencias del Mar, Sociedad Chilena de Ciencias del Mar, Chile.

2017: Beca para postgrados del Instituto Milenio de Oceanografía.

2016: Beca pasantía en el Observatorio Oceanográfico de Banyuls Sur Mer, Universidad Pierre y Marie Curie. LIA MORFUN. Francia.

2015: Beca dirección de postgrado de arancel para estudios de Magister, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

2013-2014: Beca de pregrado en el Programa de Colaboración Internacional CONICYT Chile-Estados Unidos, N° USA 2012-0006.

2012: Beca de pregrado Proyecto FONDECYT 11090146 “Zooplankton production variability in the coastal upwelling zone off Chile in the Humboldt Current ecosystem”. Investigador principal: Dra. Pamela Hidalgo Díaz.

EXTENSIÓN Y DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

2018: Asesoría científica de la Academia de Ciencias Escuela República de Ecuador, Tomé

2017- 2018: Asesoría científica de la Academia de Ciencias: Liceo Técnico Femenino A 29, Concepción.

2017-2018: Asesoría científica de la Academia de Ciencias: Colegio San Agustín, Concepción.

2017: Expositora en Charla “Biodiversidad en el Ambiente Marino” En el marco de las actividades "IMO en la escuela" en 3 colegios: Colegio Básico San Vicente, Talcahuano; Colegio San Agustín, Concepción y Escuela Básica Lautaro, Nonguén.

2016-2017: Monitora científica en Proyecto de Proyección al Medio Externo "Muestra Audiovisual Científica Itinerante (MACI)". IMO y PAR Explora Biobío.

2014-2016: Organizadora y monitora en talleres del Océano, Campamentos Científicos ChileVa!-Explora. Pinto y Tomé, Chile. CICAT e IMO.

2015-2016: Asesoría científica de la Academia de Ciencias, Colegio Salesiano Concepción. Preparación y ejecución de proyectos científicos escolares.

Tabla de contenidos

Índice de figuras	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiv
1.- INTRODUCCIÓN	1
1.1 Sistema de Corrientes de Humboldt y Dorsal de Juan Fernández.....	1
1.2 Funcionamiento de los Montes submarinos (MS).....	1
1.3 Masas de agua asociadas a los Montes Submarinos (MS) de la dorsal de Juan Fernández (DJF)	3
1.4 Zooplancton en los Montes submarinos	3
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	6
2.1 Objetivo general	6
2.2 Hipótesis	6
2.3 Objetivos específicos	6
3. METODOLOGÍA.....	7
3.1 Área de estudio y variables oceanográficas.....	7
3.2 Obtención de datos oceanográficos y muestreo zooplanctónico	7
3.3 Preparación y análisis de las muestras.....	8
3.4 Análisis de las variables oceanográficas	8
3.5 Comunidad de copépodos.....	9
3.6 Análisis estadísticos.....	9
4. RESULTADOS	11
Capítulo 1: Community structure and distribution of pelagic copepods in the seamounts of the Juan Fernandez Ridge, Chile.	11
Capítulo 2: Primer registro de 19 especies de copépodos asociados a los montes submarinos MO, MJF5 y MJF6.....	56
5. DISCUSIÓN.....	84
5.1 Estructura comunitaria y distribución de copépodos pelágicos en los montes submarinos.....	84
5.2 Actualización del registro de especies de copépodos pelágicos.....	88
6. CONCLUSIONES.....	90
7.REFERENCIAS	92

Índice de figuras

CAPÍTULO 2: Primer registro de 19 especies de copépodos asociados a los montes submarinos MO, MJF5 y MJF6.

Figura 1. <i>Amallothrix arcuata</i> (Sars, 1920). Modificado de Sars G.O, 1924.....	58
Figura 2. <i>Amallothrix dentipes</i> (Vervoort, 1951). Modificado de Vercoort, 1957 y Bradford, 1970.....	59
Figura 3. <i>Amallothrix valida</i> (Farran, 1908). Modificado de Scott A., 1909.....	60
Figura 4. <i>Amallothrix valida</i> (Farran, 1908). Modificado de Park T., 1980.....	61
Figura 5. <i>Pseudoamallothrix profunda</i> (Brodsky, 1950). Modificado Park T., 1980.....	62
Figura 6. <i>Scaphocalanus farrani</i> Park, 1982. Modificado de Mazzocchi G. et al., 2012.....	63
Figura 7. <i>Candacia cheirura</i> Cleve, 1904. Modificado Bradford-Grieve J.M, 1999.....	64
Figura 8. <i>Candacia cheirura</i> Cleve, 1904. Modificado Bradford-Grieve J.M, 1999.....	65
Figura 9. <i>Clausocalanus ingens</i> Frost y Fleminger, 1968. Modificado de Frost B.W y Fleminger A., 1968; Ramirez F.C., 1069.....	67
Figura 10. <i>Drepanopus forcipatus</i> Giesbrecht, 1888. Modificado de Giesbrecht W., 1892 y Mazzocchi G. et al.; 2012.....	68
Figura 11. <i>Centropages brachiatus</i> (Dana, 1849).....	69
Figura 12. <i>Euchirella similis</i> Wolfenden, 1911. Modificado de Park T., 1979.....	70
Figura 13. <i>Heterorhabdus abyssalis</i> (Giesbrecht, 1889). Modificado de Park T., 2000.....	72
Figura 14. <i>Heterostylites major</i> (Dahl F., 1894). Modificado de Park T., 2000.....	73
Figura 15. <i>Metridia brevicauda</i> Giesbrecht, 1889. Modificado de Bradford-Grieve J.M., 1999.....	74
Figura 16. <i>Nullosetigera integer</i> (Esterly, 1911). Modificado de Esterly C.O, 1911.....	75

Figura 17. *Oithona brevicornis* Giesbrecht, 1891. Modificado de Ferrari F. D., 1981.....77

Figura 18. *Heterorhabdus clausi* (Giesbrecht, 1889). Modificado de Park T., 2000.....79

Figura 19. *Heterorhabdus clausi* (Giesbrecht, 1889). Modificado de Park T., 2000.....80

Figura 20. *Conaea rapax* Giesbrecht, 1891. Modificado de Boxshall G.A., 1977.....81

Figura 21. *Corycaeus (Monocorycaeus) robustus* Giesbrecht, 1891. Modificado de Boxshall G.A., 1979.....82

Figura 22. *Mormonilla phasma* Giesbrecht, 1891. Modificado de Boxshall G.A., 1979.....83



RESUMEN

Los montes submarinos se describen como elevaciones topográficas con pendientes pronunciadas, formadas por sustratos duros de origen generalmente volcánico, que se encuentran a profundidades de ~ 1000 m. Están influenciados por corrientes rápidas y variables que generan una circulación oceánica que promueve una mayor productividad biológica para estas áreas (~ 1 mg m⁻³ de clorofila-a) en comparación con las aguas circundantes. El zooplancton tiene un importante rol ecológico al ser responsable de retener y canalizar el carbono de los productores primarios a niveles tróficos marinos superiores. Los copépodos marinos forman uno de los grupos de zooplancton más abundantes en las áreas costeras en el Pacífico Sur, pudiendo aportar casi un 80% y ~ 50% de la abundancia y biomasa total de zooplancton, respectivamente. Sin embargo, su papel e importancia en áreas más oceánicas y especialmente en aquellas asociadas a los montes submarinos es en su mayoría desconocida.

El área de estudio en esta tesis fue los montes submarinos en la región de la Dorsal de Juan Fernández (~33°S-78°W) en el este del Pacífico Sur Oriental. Las variables oceanográficas y las muestras de zooplancton estratificadas se obtuvieron en el crucero FIP No. 2014-04 realizado en la dorsal de Juan Fernández, en septiembre de 2015.

A través de este proyecto, se amplía la base de datos en términos de la distribución y estructura comunitaria de la Subclase Copepoda y su asociación con las características de los montes submarinos, como: las condiciones oceanográficas, la localización geográfica y la influencia del continente. Identificando el Monte submarino O'Higgins (MO) como un monte submarino con influencia costera. Y a montes submarinos Juan Fernández 5 (MJF5) y Juan Fernández 6 (MJF6) con influencia oceánica. Los resultados muestran que la estructura comunitaria de copépodos pelágicos y su distribución en cada monte submarino está determinada por la ubicación, la topografía y las condiciones oceanográficas de cada monte submarino. La influencia de los remolinos de mesoescala, formados en la zona costera, probablemente estaba controlando la circulación en el monte submarino, determinando la distribución y estructura de la comunidad de copépodos de los montes submarinos en la dorsal de Juan Fernández.

Un total de 19 registros de especies de copépodos fueron ampliados, contribuyendo al inventario de la diversidad de las especies de copépodos en el Pacífico sur oriental. Además de conocer la estructura de la comunidad de copépodos planctónicos en los montes submarinos como un posible indicador biológico de las condiciones oceánicas. La información respecto a distribución

geográfica permite definir e interpretar patrones biogeográficos mayores, para entender las adaptaciones, los mecanismos de dispersión o el aislamiento geográfico que poseen las especies de copépodos y que entregarían respuestas sobre su éxito en el sistema marino.



ABSTRACT

Seamounts are described as topographic elevations with steep slopes, formed by hard substrates of generally volcanic origin, which are found at depths of ~ 1000 m. They are influenced by fast and variable currents that generate an oceanic circulation that promotes higher biological productivity for these areas (~ 1mg m⁻³ Chlorophyll-a) in comparison to surrounding waters. Zooplankton has an important ecological role because it is responsible for retaining and channeling carbon from primary producers to higher marine trophic levels. Marine copepods form one the most abundant zooplankton groups in the coastal areas within eastern South Pacific, they can contribute almost an 80% and ~ 50% of the total zooplankton abundance and biomass, respectively. However, its role and importance in more oceanic areas and especially in those associated to the seamounts is mostly unknown.

The study site in this thesis was the seamounts in the Juan Fernández Ridge region (~33°S–78°W) of the eastern South Pacific. The oceanographic variables and stratified zooplankton samples were obtained in the FIP cruise No. 2014-04 made in the Juan Fernández ridge, during September 2015.

Through this research, the database is expanded in terms of the distribution and community structure of the Copepoda Subclass and its association with the characteristics of seamounts, such as: oceanographic conditions, geographical location and the influence of the continent. Identifying the seamount O'Higgins (MO) as a seamount with coastal influence. And to seamounts Juan Fernández 5 (MJF5) and Juan Fernández 6 (MJF6) with oceanic influence. The results show that the community structure of pelagic copepods and their distribution in each seamount is determined by the location, topography and oceanographic conditions of each seamount. The influence of the mesoscale eddies, formed in the coastal zone, was probably controlling the circulation in the underwater seamount, determining the distribution and structure of the community of copepods of the seamounts on the Juan Fernández ridge.

A total of 19 records of copepod species were expanded, contributing to the inventory of the diversity of copepod species in the South Eastern Pacific. In addition to knowing the structure of the community of planktonic copepods in seamounts as a possible biological indicator of oceanic conditions. The information regarding geographical distribution allows to define and interpret major biogeographic patterns, to understand the adaptations, dispersion mechanisms or geographical isolation that the copepod species possess and that would provide answers about

their success in the marine system.



1.- INTRODUCCIÓN

1.1 Sistema de Corrientes de Humboldt y Dorsal de Juan Fernández

En el Océano Pacífico Sur Oriental, el Sistema de Corrientes Humboldt (SCH) es reconocido como uno de los ecosistemas más productivos a nivel mundial. Este se extiende desde el sur de Chile (42°S) hasta el norte de Perú (8°S), y para el cual se ha descrito que localiza hasta los ~1.000 km de distancia de la costa continental (Schneider et al., 2007; Andrade et al., 2014). El SCH está formado por una compleja circulación de aguas superficiales desde el Polo sur y hacia el Ecuador (Schneider et al., 2007), siendo un sistema estudiado a nivel costero (Morales et al., 2010; Hidalgo et al., 2012; Donoso y Escribano, 2013) y escasamente a nivel oceánico.

En la zona oceánica frente a Chile central (33°S), se encuentra la dorsal de Juan Fernández (DJF), compuesta por varios montes submarinos y un grupo de islas oceánicas, conocido como el Archipiélago Juan Fernández (AJF), aproximadamente a 650 km desde la costa continental, incluso siendo parte de la zona económica exclusiva de Chile (ZEE) (Cañete y Häussermann 2012, Frederick et al., 2018). La dorsal de Juan Fernández se ha descrito como un área con una alta productividad biológica, producto del efecto conjunto de factores topográficos, como lo son las islas y montes submarinos (MS), así como también los vientos, la presencia de Zonas de Mínimo de Oxígeno (ZMO) y corrientes que impulsan la ascensión de macro y micronutrientes hacia aguas someras, generando surgencias locales que incrementan la producción primaria y el flujo vertical del carbono. Esta dinámica conocida como “efecto masa de isla” (del inglés IME, *island mass effect*; Doty y Ogury, 1956), definida como el aumento local de fitoplancton asociado a la presencia de islas (Andrade et al., 2014).

1.2 Funcionamiento de los Montes submarinos (MS)

Los MS son elevaciones topográficas de origen generalmente volcánico, considerados un sistema único, en el que su geomorfología les permite actuar como obstáculos a las corrientes oceánicas, otorgándoles condiciones oceanográficas y una circulación característica. Los patrones de circulación creados por cada MS son los que promueven la surgencia y la alta

productividad local, evidenciada en altos valores de clorofila-a (Chl-*a*) $\sim 1 \text{ mg m}^{-3}$ (Andrade et al., 2014). Los máximos de Chl-*a* observados en primavera, señalan que los MS son los causantes de que las mareas originen corrientes rápidas en esta zona, dando paso a la formación de remolinos (en inglés *eddies*) que quedarían retenidos sobre los montes, formando a su vez, si se dan condiciones constantes, un sistema de circulación llamado Columna de Taylor. Mientras que el máximo observado en invierno podría estar asociado con propagación de remolinos de mesoescala provenientes de la costa continental (Andrade et al., 2014).

Diversos autores se han referido a los MS como áreas donde la productividad, la biomasa y la biodiversidad prosperan a pesar de ser lugares de condiciones adversas (Rogers, 1994; Samadi et al., 2006, Kvile et al., 2014) y han planteado distintas hipótesis para explicar su funcionamiento. Kvile y colaboradores (2014) señalaron que las tendencias de investigación en relación a la dinámica de los MS frecuentemente obedecen a una de las siguientes hipótesis que intentan explicar su funcionamiento, estas serían: “Hipótesis del Oasis” o la “Hipótesis de Isla”.

La “Hipótesis del Oasis” señala que antecedentes como i) el incremento en la producción primaria y zooplanctónica; ii) la alta producción bentónica en comparación con los taludes continentales y llanuras abisales, podría atraer la agregación de peces de agua profundas y peces pelágicos visitantes, además de mamíferos marinos, tortugas marinas y aves marinas (Koslow, 1996); y iii) la presencia de bloqueos geográficos; los cuales podrían explicar por qué los MS son considerados como oasis en medio del océano (Kvile et al., 2014).

Mientras que la “Hipótesis de Isla” caracteriza a los MS por su alto grado de especies endémicas y presencia de mecanismos de aislamiento (Wilson y Kaufmann, 1987; Rogers, 1994; Kvile et al., 2014). De este modo, los MS funcionarían como islas solitarias en la llanura abisal, donde la especiación por aislamiento puede resultar en altos niveles de endemismo de sus especies (30-40%) (Yañez et al., 2009; Kvile et al., 2014). Por ejemplo, la distancia geográfica entre los MS de la DJF y Chile continental, parece ser suficiente para que la ictiofauna de las islas del archipiélago sea parcialmente diferente a la ictiofauna encontrada en el área costera continental a una latitud específica (Andrade y Pequeño, 2008). Esta ictiofauna del archipiélago, además, está compuesta por grandes reservas de peces y otros organismos, como langostas de alto valor comercial a nivel mundial (Martin, 2009). Sin embargo, estudios recientes, indican que los regímenes de producción y la diversidad, tanto alrededor como en la

cima de los MS, pueden verse afectados por varios factores, tales como: la profundidad, la topografía y el régimen de corrientes; y que podrían estar sujetos a una considerable variación espacial y temporal, sugiriendo que cada monte posee sus propias características y no es posible generalizar sobre su funcionamiento (Kvile et al., 2014).

1.3 Masas de agua asociadas a los Montes Submarinos (MS) de la dorsal de Juan Fernández (DJF)

En la DJF la mayor cantidad de MS están dispuestos cercanos al Archipiélago de Juan Fernández (AJF), entre el oeste y el este de la Isla Robinson Crusoe y el Noreste de la Isla Alejandro Selkirk, en el cual se encuentran los MS Juan Fernández 5 (MJF5: 33°72'S; 80°02'W) y el MS Juan Fernández 6 (MJF6: 34°09'S; 80°33'W) (Frederick et al., 2018). El MS más cercano a la costa chilena es el MS O'Higgins (MO: 32°54'S; 73°34'W), conformado por dos MS O'Higgins I y MS O'Higgins II (Frederick et al., 2018).

Yañez y colaboradores (2009) reportaron en otros MS del AJF, la presencia de varias masas de agua, tales como: Agua Subtropical (STW), Agua Subantártica (SAAW), Agua Ecuatorial Subsuperficial (ESSW), y Agua Intermedia Antártica (AAIW). Estos autores, además señalaron que el contenido de oxígeno disuelto en el gradiente vertical, diferenciaban dos capas de diferente concentración, una capa superficial oxigenada (~100 m de profundidad) con valores $>5 \text{ ml L}^{-1}$ y una capa más profunda (entre ~ 200 a 300 m), asociada a predominio de ESSW, con condiciones hipóxicas $<1 \text{ ml L}^{-1}$ y representadas por la ZMO.

Cañete y Häussermann (2012) describieron que la columna de agua sobre la cima del MS MO estaba estratificada y con una capa de mezcla hasta los 40 m de profundidad con un fuerte gradiente vertical de oxígeno disuelto de $5.2 \text{ ml O}_2 \text{ L}^{-1}$ en la superficie hasta $<0.5 \text{ ml O}_2 \text{ L}^{-1}$ entre 130-280 m de profundidad, sugiriendo la influencia de la ESSW asociadas a la ZMO. Además, por debajo de la ESSW, se encontraron aguas de baja temperatura y oxigenadas, asociadas a las AAIW alrededor de 550 m de profundidad (Chiang y Quiñones, 2007).

1.4 Zooplancton en los Montes submarinos

La diversidad zooplanctónica de los MS, está principalmente representada por el zooplancton quitinoso que cumple un importante rol ecológico en la bomba biológica, por su alta

productividad, y por ser responsable de capturar el carbono recientemente producido por los productores primarios y canalizarlo hacia niveles tróficos superiores (Hidalgo et al., 2005; Yáñez et al., 2012). En la zona costera del SCH, se ha reportado que la Subclase Copepoda puede llegar a contribuir con ~80 % de la abundancia y ~50% del total de la biomasa zooplanctónica, por lo que han sido modelos de estudios para comprender el funcionamiento y estructura comunitaria de este sistema marino (Hidalgo et al., 2012; Pino-Pinuer et al., 2014; Ruz et al., 2015).

En los MS, el zooplancton ha mostrado diferencias significativas en los altos niveles de biomasa y en su diversidad respecto a las aguas circundantes y las variables oceanográficas locales presentes (Dower 1996; Saltzman 1997; Martin 2009). Rogers (1994) planteó dos hipótesis que permiten explicar las altas concentraciones de plancton existentes alrededor de los montes submarinos: i) La surgencia localizada, que aumenta la disponibilidad de nutrientes en aguas superficiales propiciando producción primaria, y la aceleración de las corrientes horizontales que aporta materia orgánica e incrementarían los flujos de organismos planctónicos; y ii) retención de zooplancton y micronecton en las cimas de los MS, emergente por medio de las celdas de circulación sobre los MS.

En la DJF, estudios sobre la estructura comunitaria y atributos poblacionales del zooplancton son escasos, y solamente dirigidos a cuantificar grupos taxonómicos no específicos y, además, que la información obtenida obedece más bien a estudios de oportunidad, en respuesta a los costos de muestreo (Cañete y Häussermann, 2012; Andrade et al., 2014).

La mayoría de la información existente de las investigaciones en el área de los MS, se encuentra asociada a la productividad primaria, por medio de información satelital de Chl-*a* (Andrade et al., 2014), o sobre peces y langostas de interés comercial que caracterizan a esta zona (Porobic et al., 2012; Ernst et al., 2013). A excepción, Yáñez y colaboradores (2009), estudiaron la diversidad zooplanctónica en la zona de los MS en el AJF, reportando que el 87.8% de los organismos recolectados pertenecían a organismos quitinosos, de la Subclase Copepoda, describiendo taxonómicamente 24 géneros y 7 especies; con mayor abundancia de las especies *Pleuromamma* sp., *Clausocalanus* sp., *Heterohabdus* sp. y *Acartia* sp. No obstante, este estudio no abarcó un nivel profundo de diversidad de la comunidad de copépodos, de manera tal, poder hacer estimaciones de atributos poblacionales o de patrones de diversidad.

El estudio de la diversidad a nivel taxonómico de copépodos, puede darnos señales de variaciones de cambios en la estructura de sus comunidades, como respuestas a variaciones ambientales, dado que estos organismos han sido reconocidos como potenciales indicadores biológicos (Hooff y Peterson, 2006). Por ejemplo, efectos de cambios ambientales en el océano a escala local como a escala global sobre los patrones de biodiversidad ha sido observado en el ecosistema pelágico (Beaugrand y Reid, 2003; Richardson, 2008). Además, se ha evidenciado que procesos de mesoescala, como las surgencias costeras, influyen en las condiciones bio-oceanográficas locales, afectando la diversidad y distribución de especies de copépodos pelágicos, así como también, la presencia y dinámica de la ZMO (Hidalgo et al., 2010; Hidalgo et al., 2012, Ruz et al., 2015).

En el área de la dorsal de Juan Fernández, factores tales como, las características topográficas, la dinámica física locales y la influencia de procesos oceánicos o costeros en los montes submarinos podrían ser determinar la estructura y distribución de los copépodos.

Considerando los antecedentes previos, surge la interrogante de cómo la estructura de la comunidad de copépodos pelágicos en los MS se vería influenciada, tanto por las características bio-oceanográficas, procesos físicos y topográficos propias de los MS y las dinámicas asociadas a éstos. Además, cómo variaciones en el gradiente vertical, tales como presencia de la ZMO y la circulación local, y variaciones en el gradiente espacial, definido por la ubicación geográfica y el efecto de la distancia costa-océano, puede regular la estructura de las comunidades pelágicas, en especial la comunidad de copépodos.

Para dar respuesta a estas interrogantes, se propuso como un primer aporte en la obtención del conocimiento básico sobre la diversidad y composición de la estructura comunitaria de la Subclase Copepoda mediante análisis tradicional de identificación taxonómica clásica, y su asociación con las condiciones ambientales locales de cada MS estudiado en el presente estudio de la dorsal de Juan Fernández en el Pacífico sur oriental.

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Conocer la estructura comunitaria de copépodos pelágicos y el cómo se relacionan con las características específicas y la variabilidad oceanográfica presente en cada monte submarino, asociados a la dorsal de Juan Fernández.

2.2 Hipótesis

La estructura comunitaria de copépodos pelágicos en los montes submarinos, está determinada por las características específicas y la variabilidad oceanográfica presente en cada monte submarino en la dorsal de Juan Fernández, estructurándose diferenciadamente tanto vertical como horizontalmente.

2.3 Objetivos específicos

1. Determinar la estructura comunitaria y distribución espacial de copépodos pelágicos pertenecientes a los Montes submarinos MJF5, MJF6 y MO en la dorsal de Juan Fernández.
2. Determinar la estructura comunitaria y distribución vertical de copépodos pelágicos pertenecientes a los Montes submarinos MJF5, MJF6 y MO en la dorsal de Juan Fernández.
3. Evaluar la relación entre la estructura de la comunidad de copépodos pelágicos y las características ambientales locales de los Montes submarinos MJF5, MJF6 y MO en la dorsal de Juan Fernández.
4. Actualizar y ampliar el registro de especies de copépodos pelágicos pertenecientes a los Montes submarinos MJF5, MJF6 y MO en la dorsal de Juan Fernández.

3. METODOLOGÍA

3.1 Área de estudio y variables oceanográficas

El estudio se realizó en tres montes submarinos pertenecientes a la dorsal de Juan Fernández. El muestreo se realizó en septiembre de 2015, durante un crucero oceanográfico FIP No. 2014-04, a bordo del R / V chileno “Abate Molina”. Los tres montes submarinos son: montes submarinos O'Higgins I y II (MO: MO-02, MO-03, MO-07 y MO-19), Monte submarino Juan Fernández 5 (MJF5: MJF5-02, MJF5-08 y MJF5-26) y Monte submarino Juan Fernández 6 (MJF6: MJF6-12 y MJF6-Control).

El MO ($32^{\circ} 54' S$; $73^{\circ} 34' W$) está localizado a unos ~ 250 km de costa chilena, siendo influenciado por procesos de surgencia local asociada a las costas del continente. Este MS está formado por dos elevaciones con una cumbre de 400 m y otra cumbre de 800 m. El MJF5 ($33^{\circ} 72' S$; $80^{\circ} 02' W$) se localiza al oeste del archipiélago de Juan Fernández, a unos 900 km de distancia de la costa chilena y está formado por dos cumbres de aproximadamente 500–600 m. Finalmente, el MJF6 ($34^{\circ} 09' S$; $80^{\circ} 33' W$) también localizado al oeste del archipiélago de Juan Fernández, a ~ 950 km de distancia de la costa chilena, está formado por una cumbre de aproximadamente 800 m (Frederick et al., 2018).

3.2 Obtención de datos oceanográficos y muestreo zooplanctónico

Durante el Crucero se obtuvo información de las variables oceanográficas para la caracterización de las condiciones oceanográficas de la zona de estudio mediante el uso de equipos oceanográficos autónomo CTD-O modelo SeaBird, se registró información de las variables: temperatura, salinidad, contenido de oxígeno disuelto, fluorescencia y se estimó densidad en la columna de agua desde los 2000 metros de profundidad o menos dependiendo de la batimetría de la estación de muestreo.

El muestreo se realizó mediante lances verticales estratificados ($\sim 1 \text{ m s}^{-1}$) por medio de una red de zooplancton multinet, tipo Midi, que consta con cierre automático pre-programado. La red está equipada con 5 redes de 200 μm de trama, con copo filtrante y flujómetro integrado calibrado, con una apertura de 0,25 m.

Las profundidades de los estratos variaron según la profundidad de cada estación de muestreo. Al recuperar la red, las muestras se dividieron en 2 fracciones usando un divisor Motoda de 2 L. Una fracción (la mitad de la muestra total) fue conservada en solución de formalina neutralizada con bórax al 10% y procesados en el laboratorio.

3.3 Preparación y análisis de las muestras.

Una vez en el laboratorio, se analizaron un total de 44 muestras de 9 estaciones de muestreo. Bajo un estereomicroscopio Zeiss Discovery V8 (20x-40x) y un microscopio Leica DM500 (10x-40x), se cuantificaron los organismos y se identificaron las especies de copépodos. La identificación taxonómica se basó en caracteres primarios como: morfología general del individuo, longitud total, número de patas, la morfología del prosoma y su segmentación, la morfología del urosoma y su segmentación, morfología de la anténula (A1), antena (A2), mandíbula (Md) y maxilas (Mx) y ornamentaciones como setas, sétulas, espinas o manchas. Si estos caracteres primarios no permiten identificar claramente la especie, se recurre a los caracteres secundarios, que al ser más específicos requieren la disección del individuo: morfología y tamaño/longitud de las patas, morfología y tamaño de los apéndices, morfología y disposición de los segmentos o somitos, morfología del poro genital y otros caracteres secundarios, definidos por Hidalgo y colaboradores (2012). Para esto, también se utilizaron claves taxonómicas especializadas (e.g.: Park, 1983; Huys et al., 1992, Boltovskoy, 1999; Boxshall et al., 2014; Morales-Ramírez, 2001) y utilizando información electrónica disponible en un sitio web "*Copépodes planctoniques marins*" (<http://copepodes.obs-banyuls.fr/>), que también permite conocer los registros geográficos de las especies. Los nombres científicos de las especies de copépodos identificadas se verificaron por medio de la plataforma web "Registro Mundial de Especies Marinas" (WORMS: <http://www.marinespecies.org/>) para validar los nombres y la autoría.

3.4 Análisis de las variables oceanográficas

La data oceanográfica fue graficada en perfiles verticales para cada estación de las variables medidas (Temperatura, Salinidad, OD y Fluorescencia) para observar el comportamiento de las variables a través de la columna de agua. Además, se realizó un diagrama T-S para identificar las masas de agua presentes en los montes submarinos.

3.5 Comunidad de copépodos

La abundancia numérica de especies de copépodos se estandarizó a metros cúbicos (ind. m⁻³), la abundancia relativa y la ocurrencia se expresaron como porcentajes (%). Los cambios en la comunidad de copépodos se evaluaron estimando la abundancia numérica (N), los descriptores de riqueza de especies (R), dominancia (abundancia relativa como porcentaje) y la diversidad se estimó con el índice de Shannon-Wiener (H') (Shannon y Wiener, 1949), definido de la siguiente manera:

$$H' = -\ln \sum p_i (p_i)$$

Donde p_i es la proporción de individuos de una especie i sobre el total de individuos (n_i / N), n_i es el número de individuos de la especie i , y N es el número total de individuos en la muestra (Hidalgo et al., 2014; Pino-Pinuer et al., 2014). Cuyo valor va de 0.5 a 3, valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad.

También realizó un análisis de abundancia relativa y la ocurrencia que se estimaron como porcentajes.

3.6 Análisis estadísticos

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software PRIMER v7 (Clarke y Gorley, 2015). Se utilizó un análisis multivariado para explorar los cambios en la estructura de la comunidad de copépodos para los tres MS. Los análisis se realizaron por separado para raíz a la cuarta (en inglés *fourth root*) transformada de la matriz de la abundancia de cada especie de copépodo (ind.m⁻³) (43 muestras × 139 categorías taxonómicas). Además, se exploró la estructura de la comunidad con un análisis de rutina de agrupamiento jerárquico para identificar cambios en las agrupaciones naturales en muestras basadas en similitudes trazadas como gráficos de dispersión para datos de abundancia. Una correlación de Spearman se realizó para probar las relaciones lineales entre el descriptor de la comunidad de copépodos y las variables ambientales. Se realizó un análisis de similitudes (ANOSIM, 999 permutaciones) sobre el conjunto de datos de la estructura de la comunidad para las diferencias entre los factores de una manera cuando las muestras de Costa / Océánico MS, masas de agua y muestras diurnas /

nocturnas. Además, las diferencias entre el factor abundancia y las variables montes submarinos y estratos de profundidad fueron comparados a través de un análisis PERMANOVA para testear así de manera simultánea la respuesta entre el factor y las variables, por medio de un análisis de varianza (ANOVA). Finalmente, en las especies dominantes, que representan más o igual a un 1% de la abundancia total, se realizaron un gráfico de sombras (en inglés *Shade-plot*) para visualizar la forma matriz de datos, en donde las filas corresponden a las especies y las columnas a las muestras de cada estrato por monte submarino.



4. RESULTADOS

Objetivo 1: Determinar la estructura comunitaria y distribución espacial de copépodos pelágicos pertenecientes a los Montes submarinos MJF5, MJF6 y MO en la dorsal de Juan Fernández.

Objetivo 2: Evaluar la relación entre la estructura de la comunidad de copépodos pelágicos y las características ambientales locales de los Montes submarinos MJF5, MJF6 y MO en la dorsal de Juan Fernández.

Objetivo 3: Evaluar la relación entre la estructura de la comunidad de copépodos pelágicos y las características ambientales locales de los Montes submarinos MJF5, MJF6 y MO en la dorsal de Juan Fernández.

Capítulo 1: Community structure and distribution of pelagic copepods in the seamounts of the Juan Fernandez Ridge, Chile.

Manuscrito enviado a la revista *Deep Sea Research*

Community structure and distribution of pelagic copepods in the seamounts of the Juan Fernandez Ridge, Chile.

Pamela Fierro^{a,b}, Pamela Hidalgo^{b,c}, Ramiro Riquelme-Bugueño^{c,d}, Ruben Escribano^{b,c} and Paula Ruz-Moreno^{c,e}

^aPrograma de Magister en Oceanografía, Departamento de Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas. Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

^bDepartamento de Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, P.O. Box 160 C, Concepción, Chile.

^cInstituto Milenio de Oceanografía, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

^dDepartamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, P.O. Box 160 C, Concepción, Chile.

^eEscuela de Ciencias del Mar, Facultad de Ciencias del Mar y Geografía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile.

Corresponding author: pahidalg@udec.cl

Abstract

Seamounts in the Juan Fernandez ridge are a productivity area, with high values of biomass and biodiversity thrive despite being places of adverse conditions. However, the current set of evidence indicates that production regimes and diversity, can be affected by several factors, such as depth, topography and geographic localization of seamounts; and that they could be subject to considerable spatial and temporal variation. Remain poorly studied ecosystems in terms of structure and functioning. The community structure and distribution by copepods pelagic in three seamounts of the Juan Fernandez ridge through stratified sampling up to 700 m depth, was assessed.

The copepods structure community in seamounts, showed high diversity, represented for 139 species, mainly, by the Order Calanoidea (> 74% total abundances) and the community presents significant differences in their structure and distribution both in a coastal/ocean gradient, as well as in-depth layer between the seamounts.

Suggesting that spatial differences in the structure of the copepods community may be influenced by coastal process (coastal upwelling zone), the topography and water mass of the seamounts. Where the connectivity mediated by the presence of mesoscale activity, influences with the seamounts and structure de copepods community.

Keywords: Eastern South Pacific, Seamounts, copepods community, water mass, deep and oceanic waters.

Highlights

- The circulation patterns in the seamounts promote upwelling and high local productivity, evidenced by high values of chlorophyll-a (Chl-a $\sim 1 \text{ mg m}^{-3}$) and zooplankton diversity
- The seamounts are ecosystems where copepods dominate the metazooplankton communities and play an important role in the transfer of matter and energy to the higher trophic levels, being a fundamental component of the biological carbon bomb.
- The diversity and distribution of copepods community in seamounts showed that differences between seamount with coastal influence and seamounts with oceanic influence, and the depths associated with water mass present, this can be determined by specific oceanographic variables resulting from the location, topography and processes of mesoscale and sub-mesoscale present in the Juan Fernández ridge.



1. Introduction

The Humboldt Current ecosystem (HCS) in the eastern boundary of the Pacific Ocean, is recognized as the major large marine ecosystem and by their high productivity levels (Mann and Lazier, 1995). In the two last decades, studies have been focused on understanding their functioning and structuring of the pelagic populations in the coastal area, because, this large marine ecosystem has also a significant role in modulating regional climate with implication for global climate variability (Schnneider et al., 2017). Contrary, in the oceanic zones are relatively poorly studied in respect to the zooplankton structure associated to seamounts (Lavelle and Mohn, 2010; Clark and Bowden, 2015; Morales et al., 2010, Anabalon et al., 2016). This scarcity of information is related to the high complexity of the water flows around these seamounts, including a significant mesoscale variability in the surface layers produced by various oceanographic and topographic mechanisms (Bashmachnikov et al., 2009; Mohn et al., 2009; Lavelle and Mohn, 2010).

The seamounts (SM) are topographic elevations of generally volcanic origin, considered a unique system, in which their geomorphology allows them to act as obstacles to the oceanic currents, granting them oceanographic conditions and a characteristic circulation (Kvile et al., 2014). The circulation patterns created by each SM are those that promote upwelling and high local productivity, evidenced by high values of chlorophyll-a (Chl-a $\sim 1 \text{ mg m}^{-3}$) (Andrade et al., 2014).

Several authors have described SM as areas where the productivity, biomass and biodiversity thrive despite being places of adverse conditions (Samadi et al., 2006; Kvile et al., 2014) and have proposed a different hypothesis to explain it is dynamic. Kvile et al. (2014) pointed out that the research trends of SM are frequently in line with the "Oasis Hypothesis", points out that

SM as points of increase in primary, zooplanktonic and benthic productions compared to continental slopes and abyssal plains (Koslow, 1997), and this added to the presence of geographic blocks, what would turn SM into an oasis in the middle of the ocean (Rogers, 1994; Clark et al., 2010; Kvile et al., 2014).

Another hypothesis is the "Island Hypothesis" was characterized by the characteristics of endemic areas and the presence of isolation mechanisms (Wilson and Kaufmann, 1987; Rogers, 1994; Kvile et al., 2014). In this way, the SM would function as solitary islands in the abyssal plain, where the specification for isolation can result in high levels of endemism species (30-40%) (Yañez et al., 2009; Kvile et al., 2014).

However, the current set of evidence indicates that production regimes and diversity, both around and at the top of the SM, can be affected by several factors, such as depth, topography and current regime; and that they could be subject to considerable spatial and temporal variation (Kvile et al., 2014). This suggest that each seamount has its own characteristics and it is not possible to generalize about its dynamic.

In the Southeast Pacific, near the central Chile (33° S), begins the Juan Fernández ridge area, which extends along 650 km off shore, and includes several seamounts and a group of oceanic islands at its limit of coast, known as the Juan Fernández Archipelago, into of the Chilean exclusive economic zone (EEZ) (Cañete and Häussermann, 2012; Frederick et al., 2018). This system is composed of seamounts closer to the Chilean coast influenced by processes of local coastal upwelling (Frederick et al., 2018), and other seamounts located in the Juan Fernández Archipelago and influenced by oceanic processes (Andrade et al., 2014). It has been described in the southeastern Pacific that the Chile-Peru current is approximately 1.000 km from the coast and where the waters are mostly oligotrophic ($\sim 1 \text{ mg m}^{-3}$ Chl-a) which would mean that this oceanic zone is influenced by this against the current (Schneider et al., 2007; Andrade et al.,

2014).

The SM is an ecosystem where copepods dominate the metazooplankton communities and play an important role in the transfer of matter and energy to the higher trophic levels, being a fundamental component of the biological carbon bomb (Hidalgo et al., 2005; Yáñez et al., 2012). The diversity, distribution and abundance of copepods in the Juan Fernández ridge poorly studied. Due to that the studies had been focused mainly into coastal upwelling within Humboldt Current system (Hidalgo et al., 2010; Hidalgo et al., 2012; Pino-Pinuer et al., 2014). Despite, the scientific community have increased the interesting to study on oceanic areas and deep ocean, even we not know the species inhabitant in these zones, which can be composted by new species, or/and not reported.

In this aspect, during the Cruise Submarine Seamounts, we report a field study where we measured and compared the community structure of copepods in the three SM of the Juan Fernández ridge and we assess their relationship with the local environmental conditions per each SM. We testing that each seamount has a particular and differential composition and horizontal and vertical distribution in association with the specific oceanographic variables.

2. Materials and Methods

2.1. Study area and oceanographic variables

The study was conducted in three seamounts within the Juan Fernandez ridge. Sampling was performed in September 2015, during an oceanographic cruise FIP No. 2014-04, on board the Chilean R/V “Abate Molina”. The three seamounts are: seamounts O'Higgins I and II (MO: MO-02, MO-03, MO-07 and MO-19), Seamount JF5 (MJF5: MJF5-02, MJF5-08 and MJF5-26) and Seamount JF6 (MJF6: MJF6-12 and MJF6-Control) (Fig.1). Seamount in this area was described SM by Andrade (2014) of great importance at the fishing level with summits at ~ 450

m depth.

The MO (32° 54' S; 73° 34'W) is located more closely to the Chilean coast (~250 km of shore) influenced by processes of local upwelling associated with the coasts of the continent. Formed by two elevations with one summit ~400 m and another summit ~800 m. MJF5 (33°72'S; 80°02'W) is located west of the Juan Fernández Archipelago (~900 km from the Chilean coast) formed by two summits of about 500–600m. And MJF6 (34°09'S; 80° 33'W) located west of the Juan Fernández Archipelago (~950 km from the Chilean coast) formed by one summit depth of about 800m (Frederick et al., 2018).

Oceanographic information were obtained using an autonomous profiler CTD-O, SeaBird 19, registering temperature (°C), salinity, dissolved oxygen (DO) and fluorescence variables from the bottom to surface of the water column of each station sampled (Table 1).



2.2. Copepods composition

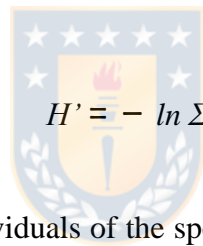
Zooplankton were collected by vertical hauls through 700-600, 600-400, 400-200, 200-100 and 100-0 m (depending of the depth in the SM (see Table 1). During the day and night using a Plankton Sampler MultiNet, type Midi with a filtering cod (200 µm mesh and 0.25 m² mouth diameter). Upon retrieval of the net, the samples were divided into 2 fractions using a Motoda divider of 2 L. One fraction (½ of the total sample) was preserved in 10% neutralized formalin solution, and processed further in the laboratory. In the laboratory, a total of 44 samples from 9 stations were analyzed (Table 1). Under a stereo-microscope Zeiss Discovery V8 (20x-40x) and a microscope Leica DM500 (10x-40x), the copepod species were identified and counted. The taxonomic identification was based on primary and secondary characters, defined by Hidalgo et al., (2012), also using specialized taxonomic keys (e.g. Park , 1983; Huys et al., 1992;

Boltovskoy, 1999; Morales-Ramírez, 2001; Boxshall et al., 2014) and electronic information available from a website "Copepodes planctoniques marins" (<http://copepodes.obs-banyuls.fr/>).

The scientific name of the copepods species identified were matched of the "World Register of Marine Species" (WORMS: <http://www.marinespecies.org/>) to validate names and authorship.

2.3. Copepod community

The numerical abundance of copepods species was standardized to ind. m⁻³, relative abundance and occurrence were expressed as percentages (%). Changes in the copepod community were assessed using the descriptors species richness (R), numerical abundance (N), dominance (relative abundance as percentages) and diversity was estimated with the Shannon-Wiener index (H'), defined as follows:


$$H' = - \ln \sum p_i (p_i)$$

Where p_i is the proportion of individuals of the species i to the total of individuals (n_i/N), n_i is the number of individuals of the species i , and N is the total number of individuals in the sample (Pino-Pinuer et al., 2014).

2.4 Statistics

All the statistical analyses were performed using PRIMER v7 software (Clarke and Gorley, 2015). The multivariate analyses was used to explore changes in copepod community structure of all of three SM studied. Analyses were performed separately for fourth root transformed abundance matrix of each copepod species (ind. m⁻³) (44 samples × 139 taxonomic categories). Also, was explored the community structure with a hierarchical clustering routine analysis was used to identify groupings in samples based on similarities plotted as scatter-plots for taxonomic

data (abundance for depths layers) in relations with the seamounts MO, MJF5 and MJF6. Spearman Rank correlations were conducted to test for linear relationships between community descriptor of copepods and environmental variables.

Spatial (Coast/Oceanic SM), time (day and nighttime) and deep (water mass) differences in the abundance were compared by ANOSIM pairwise comparisons. Also, abundances data differences between SM, depth layers of seamounts were compared by PERMANOVA for testing the simultaneous responses between factor and variables in an analysis of variance (ANOVA).

Finally, the dominant species (greater than 1% of the total abundance), we performed a Shade plots visual displays in the form of the data matrix, with rows being species and columns the samples.



3. Results

3.1 Oceanographic conditions

The stations sampled during daytime and nighttime no showed significant differences (ANOSIM $R_{-0.012} = 0.586$, $P < 0.05$). The cluster analysis of similarity (Fig 2) between the SM in the Juan Fernández ridge region during the oceanographic cruise, showed three strongest similarities groups on a similarity level of $>60\%$ and were observed exist differences between SM, grouping the MO on one side and the SM on the other MJF5 and MJF6.

The water column was strongly stratified in three SM, and the highest temperatures were observed in the surface layer for all of them. In MJF5 and MJF6, the temperature values ranged 11° - 14° C and the salinity around 34-34.2 between 200-0 m, associated to the Subantarctic Water (SAAW) (Fig.3, Fig.4), while for the MO, the SAAW was presented between 100-0 m. Then, at 400-200 m the temperature is $>8^{\circ}$ C and salinity 34.4 associated an Equatorial Subsurface

water (ESSW), meantime in the MO was observed the ESSW in the surface layer (400-100 m). The lowest temperature values were observed in deep water (> 450 m) with temperature < 6°C and salinity around of the 34.3 associated to the Antarctic Intermediate Water (AAIW) for all SM (Fig.3, Fig.4). The highest temperature was observed in SM MJF5, in the station on the top of the seamount (0-420 m) 10.55 ± 2.74 °C and the lowest in the station of SM MO (0-700 m) 8.61 ± 2.63 °C during the sampling period (Table 2). Salinity was rather stable between 34.42 ± 0.12 , to 34.25 ± 0.14 across the SM (Table 2). ANOSIM one-way shows significant differences between each SM in coastal (MO) or ocean (MJF5 and MJF6) ($R_{0.32}=0.001$, $P<0.05$) and between each SM and water mass (SAAW, ESSW and AAIW) ($R_{0.472}=0.001$, $P<0.05$).

Dissolved oxygen (DO) concentration showed a different pattern between SM (Fig. 2). The MJF5 present well oxygenated water was mostly limited to the upper layer between 3.9 and 5 ml O₂ L⁻¹ in all of the stations sampling; then decrease between 0-700 m, 3.62 ± 1.29 ml O₂ L⁻¹. Likewise, in MO was lower than MJF5 in 0-700 m layer 2.20 ± 1.53 ml O₂ L⁻¹ (Table 2). The oxycline was located at 100 – 200 m depth, while the deeper layer (200- 400 m) showed low oxygen concentrations (<1 ml O₂ L⁻¹) suggesting the presence of the OMZ at these depths. Meantime, in MJF5 and MJF6 the oxycline was located about 100- 250 m depth.

Finally, the fluorescence averages recorded their highest value in the MJF5 with 3.13 ± 56.4 µg/L and the lowest value for the MO 0.12 ± 0.31 µg/L (Fig.2, Table 2) in the superficial layers of the water column (Fig.3).

PERMANOVA showed highly significant effects between the factor SM ($R=0.001$, $P<0.01$) and Depth layers ($R=0.0001$; $P<0.01$) and significant effects between SM x Depth layers ($R=0.0138$; $P<0.01$) (Table 3).

3.2 Species copepods composition

A total the 139 species were identified: 127 at species level, 8 at genus level and 4 species remained as non-identified, registered as Order Calanoidea (Table 4). The identified species are representing of 5 Orders, 31 Families and 60 Genus. The Order Calanoidea was more representative, with 19 Families, 41 Genus and 104 species (74.8% of the total species). The Order Cyclopoida was represented by 5 Families, 11 Genus and 27 species (19.4% of the total of species). The Order Mormonilloida with 1 Family, 2 Genus and 2 species (1.43% of the total of species). Finally, the Order Siphonostomatoida was represented by 1 Family, 1 Genus and 1 species (0.71% of the total of species).

The copepod species (or species group) were considered abundant, when presented more the \geq 1% of the total abundance and contributing with 93.45% of total community. The most abundant species were: *Paracalanus* cf. *indicus*, *Oithona similis*, *Clausocalanus arcuicornis*, *Oncaea media*, *Oithona setigera*, *Ditrichocorycaeus amazonicus*, *Triconia confera*, *Oncaea mediterránea*, *Oithona nana*, *Pleuromamma gracilis*, *Oncaea notopus* and *Mecynocera clausi* (Table 5).

Similarly, we made a shade plot with the aim to understanding the contributions of these 12 species to sample multivariate analysis. *P.cf. indicus* was the most abundant species (2614.63 ind. m³, 41,78N% and 90.7 Occurrence; Table 5) and it is present in the three SM and in all the depth layers. *O. media* (537.08 ind. m³, 8.58 N%; Table 5) and *O. setigera* (440.23 ind. m³, 7.03 N%; Table 5) present throughout all the samples (100% Occurrence; Table 5) and the highest contributions are observed for species such as *D. amazonicus* (354.57 ind. m³, 5.67 N%, 25.58% Occurrence; Table 5) and this copepods species was only present in the MO. All other species was presented in the three seamounts (Fig.5).

A vertical distribution (Table 6) of community structure was no similar through the water

column, the abundances were generally higher in the surface water (0-100m depth) and remarkable decreasing was observed in the deep water (>400 m). The dominant copepod species were dependent on the local environment of each seamount. In the MO, *P. cf. indicus* showed highest abundances in the surface layer (100-0 m) and for the deep layer (600-400 m), below the lower limit of the OMZ. While, in the MJF5 and MJF6, *O. media* was the dominant species at deep layers (200-0 m and 400-700 m, respectively). Otherwise, in the MJF5, was dominated by *O. setigera*, mainly between the 100-700 m.

3.2.1 Community structure of copepods

Abundances, species richness (R) and the diversity index of Shannon-Wiener (H') through the water column for each station, are summary in the Table 7 and Fig. 6.

Abundances varied significantly between coastal SM and oceanic SM (MO; MJF6 $P=0.0001$; $P<0.05$). The abundances were high and concentrated in the superficial layers (0-100 m) at all of three seamounts. The MO-3 (located at the top of the MO), showed the highest abundances (~88.32%) in surface layer. In contrast, in the station M5-08 of the MJF5 (located on the top of the seamounts, ~625 m), showed highest values (~55.14%) between 420-400 m and the lowest value (~6.22%) in the 200-100 m (Table 7).

The MO, was the SM with highest diversity with $\sim 5277.70 \text{ ind.m}^{-3}$, $R=66$ and $H' = 1.81$ in the 600-400 m within the OMZ. Then, the MJF5 with $\sim 973.59 \text{ ind.m}^{-3}$, it showed highest value of the $R=73$ and $H'=2.29$ between the 400-200 m and the MJF6 had $\sim 743.49 \text{ ind.m}^{-3}$, showed the highest value of the $R=48$ and $H'=0.85$ in the 400-200 m (Fig.4).

In the Spearman rank order correlation, community descriptors of copepods (N, R and H') among oceanographic variables (T, S and DO) and fluorescence (F). N was positively correlated

with T and F ($r = 0.604$, $P = 0.017$; $r = 0.611$, $P = 0.016$) and negatively correlated with S and DO ($r = 0.107$, $P = 0.704$; $r = -0.154$, $P = 0.585$); whereas R it positively correlated with DO ($r = -0.658$, $P = 0.008$) and negatively correlated with T, S and F ($r = -0.215$, $P = 0.442$; $r = 0.442$, $P = 0.099$; $r = -0.220$, $P = 0.431$). Finally, H' was negatively correlated with all oceanographic variables: T, S, DO and F ($r = 0.218$, $P = 0.435$; $r = -0.021$, $P = 0.940$; $r = -0.175$, $P = 0.533$; $r = -0.275$, $P = 0.321$) (Table 8).

4. Discussion

Our study to aimed to understand the structure of the copepod community associated with oceanographic conditions at the seamounts of the Juan Fernández ridge, located off coastal Chile until the oceanic area (Fig 1).

The physical and biological differences found between SMs (MO and MSJF5-MSJF6), may be associated to the locations and influence of the two rami of the Humboldt Current system: ocean circulation between the Chilean coast off 33°S and Juan Fernández Archipelago is shaped by a shallow, slow flowing current system streaming parallel to the coast, which are typical characteristics of Eastern Boundary Currents (Arana et al., 1976). Two flows of water in opposite directions have been described at the Eastern side of the Juan Fernández Archipelago. One of them flows towards the south (78-80°W) associated to the oceanic countercurrent of Peru (Arana et al., 1976). Another flux is observed towards the north, closer to the continent (75-78°W), identified as the oceanic branch of the Humboldt Current.

An analysis of similarity (level of >60%) showed stronger similarities of the oceanographic conditions at the study area, grouping the MO, the MJF5 and MJF6 seamounts (Fig 2), probably associated with their location in relation with the coastal-ocean scale (Fig 1). However, the water column of all the SMs was strongly stratified, registering the highest temperatures in the surface

layers (Fig 3). The oceanographic variables registered in the water column for each SM allowed to identify the predominant water masses, such as Subantarctic Water (SAAW) between 200-100m at MJF5 and MJF6, and between 100-0m at MO (Fig 3 and 4). Equatorial Subsurface Water (ESSW) was observed in the 400-200m layer at MJF5 and MJF6, and until 100m in the MO. Lower temperature registered at deep water (> 450 m) suggested the presence of the Antarctic Intermediate Water (AAIW) for all the SM (Fig.3, Fig.4 and Table 2). The water masses occurring at the SMs are in concordance with other studies (e.g., Chiang and Quiñones, 2007; Yáñez et al., 2009 and Frederick et al., 2018), suggesting that different water masses are associated with the SMs of the JF ridge. Our results showed significant differences between the SMs located in coastal or ocean zones (ANOSIM one-way, $R_{0.32}=0.001$, $P<0.05$) and between water masses (SAAW, ESSW and AAIW) ($R_{0.472}=0.001$, $P<0.05$). The DO concentrations showed different patterns between SMs (Fig. 2). Oxygenated water was found in the upper layer (3.9 and $5 \text{ ml O}_2 \text{ L}^{-1}$), decreasing towards the intermediate water ($3.62 \pm 1.29 \text{ ml O}_2 \text{ L}^{-1}$) with an oxycline located between 100–200 m depth, and low oxygen concentrations ($<1 \text{ ml O}_2 \text{ L}^{-1}$) below 400m depth, suggesting the presence of an oxygen minimum zone (OMZ) at these depths. Cañete and Häusseman (2012) found an OMZ between the 280-130m; in contrast, Yáñez et al. (2009) did not indicate the presence of an OMZ.

The OMZ is characteristic of the HCS, present in shallow waters at the coastal area (Escribano et al., 2004; Hidalgo et al., 2005). However, Cornejo et al. (2016), detected a water mass with low oxygen concentration in the subsurface layer (400-200m) that showed a temperature-salinity signature characteristic of ESSW, likely transported from coastal to oceanic areas (~ 900 Km off the Chilean shore) by mesoscale processes (Hormazábal et al., 2013; Andrade et al., 2014, Hormazábal et al., 2016).

Frederick et al. (2018) pointed out that the satellite analysis of Chla and geostrophic currents for

the previous period as well as during the cruise revealed the presence of mesoscale and sub-mesoscale eddies that had an influence on the seamount region (Hormazábal et al., 2016, Frederick et al., 2018); moreover, the study showed that MJF5 was located within an anticyclonic eddy, which was probably controlling the circulation over the seamount. This would explain the advective process of the ESSW towards the SM area, displaying changes on the depth where this water mass was located and the low dissolved oxygen concentration for the SMs along a coast-to-ocean gradient.

The copepod community structure in the SMs showed high diversity, represented by 139 species that belong mainly to the Order Calanoidea (> 74% total abundances) (Table 3). Calanoidea species are the most dominant in the coastal zone of the HCS (Hidalgo et al., 2012; Pino-Pinuer et al., 2014). Morales et al. (2010) suggested an important transport of a part of copepods population from the coast towards the oceanic area by mesoscale and sub-mesoscale eddies formed in the coastal zone off central Chile. For this, the factor "distance from the coast" (Morales et al., 2010; Hormazábal et al., 2016) would be determining for the conformation of the community composition of copepods; e.g., MO presented species more associated with those described in the coastal area (Hidalgo et al., 2012), whereas MJF5 and MJF6 seamounts presented species associated with the oceanic mountain environment (Razouls 2005-2019). Frederick et al., 2018 also highlights that MO, MJF5 and MJF6 are subjected to different degrees of influence of the upwelling system off central Chile, depending on the distance of these SMs from the upwelling area, i.e., depending on the distance from the coast.

In addition, depth, location, topography, oceanographic patterns and spatial-temporal variability can determine the community structure in the SMs (Kvile et al., 2014). The SMs studied showed different depths, predominant water masses, dissolved oxygen concentrations and OMZ

presence (Table 3, Fig 3 and Fig 4). These factors were probably important in the copepod community structure observed (Table 5 and Figure 6).

Approximately, 11500 species of copepods have been reported worldwide (Humes,1994), that according to the biogeographic records can present cosmopolitan or endemic distribution patterns. We identified 139 species associated with MO, MJF5 and MJF6, greatly expanding the species registry for the area. Previously, Yañez et al. (2009) identified for others SM (JF1 and JF2) in the same area: 26 genus and 5 species giving as a dominant genus *Pleuromamma* sp., *Clausocalanus* sp. and *Pleuromamma borealis*. This study expands the information and avoids the overestimation of dominant species for the system by identifying organisms to the species level, where *Paracalanus* cf. *indicus*, *Oncaea media* and *Oithona similis*, smaller cosmopolitan organisms in relation to those previously described by Yañez et al. (2012), are the dominant ones in these environments (Pino-Pinuer 2014).

For MO, the species *Ditrichocorycaeus amazonicus* presented high values of abundance; nevertheless, it was not registered at MJF5 and MJF6, agreeing with other documentation of this species (Razouls 2005-2019), where it is restricted to Eastern Boundary coastal areas of the Pacific.

The cosmopolitan species *Euchaeta marina* is registered on the surface layer of the SAAW; however, this species has been also registered up to 3000 m depth (Razouls 2005-2019).

Moreover, the species *Euchirella galeata*, *Megacalanus princeps*, *Scolecithricella dentata* and *Chiridius gracilis* were present at depths associated to the ESSW, where they must interact with low dissolved oxygen conditions. Particularly, *C. gracilis* was present at the OMZ as well as MO. This would indicate that these species are potentially adapted to inhabit or enter these environments (Ruz et al, 2015; Razouls 2005-2019) and that their vertical distribution is not

restricted by the physical barrier formed by the OMZ (Hidalgo et al., 2012).

Cosmopolitan species *Metridia curticauda*, *Gaetanus armiger* and *Pontoeciella abyssicola*, together with the southern hemisphere species *Paraeuchaeta weberi* (Razouls 2005-2019) were present below 600 m depth, associated to the SMs, where AAIW is located. This is concordant with what Razouls et al. (2005-2019) documented, where these species are described as epipelagic and registered up to 2000 m depth.

The temperature would be the determining factor in the structure of the copepod communities of the water column from 700 m towards the surface (Escribano et al., 2012). Our results suggested that vertical distribution of copepods can be determined by the presence of different water masses (Fig 4). However, the highest abundance was observed in surface layers, probably related to 1) high primary productivity that may be based on the circulation associated to the SMs, generating a local increase in nutrient concentrations there; or to 2) phytoplankton transported by eddies formed in the coastal area (Anabalon et al., 2016), where copepod species can grow without food limitation due to its high local productivity (Mohn et al., 2009; Lavelle and Mohn, 2010; Andrade et al., 2014).

Besides high mesoscale and sub-mesoscale variability found at the area during this study, these SMs are subjected to the influence of the continental coastal area and the oceanic islands, therefore being immersed in the coastal transition zone, or in its oceanic limit. Likely, this local physical dynamic can be another factor that regulated the population of the copepods in the coastal and oceanic zone.

The generalization that seamounts are a kind of habitat that could be adjusted to the “Island Hypothesis” or the “Oasis Hypothesis” is not considered to be sustainable under the available evidence (Clark et al., 2010; Rowden et al., 2010, Kvile, 2014). Since it is complex to describe and determine the influence on oceanographic characteristics that the circulation systems, water

fluxes, topography, mesoscale and sub-mesoscale processes may have, it is not possible to generalize (Bashmachnikov et al., 2009; Mohn et al., 2009; Lavelle and Mohn, 2010, Hormazábal et al., 2016).

5. Conclusions

The pelagic copepod structure community and distribution in each seamount is determined by location, topography and oceanographic conditions of each SM. Changes in species composition and abundance were more pronounced than spatial differences within the study area. However, significant differences between MO, MJF5 and MJF6 may indicate that spatial differences in the community structure may be influenced by coastal process in MO and oceanic influences in MJF5 and MJF6. Vertically, the topography and water masses and the distribution of these of the SMs, determining in the copepod community structure and distribution.

All this, more the influence of mesoscale eddies formed at the coastal zone, which was probably controlling the circulation on the seamount determining the distribution and structure of the copepod community of the seamounts in the Juan Fernández ridge.

Acknowledgements

This study was funded by the Chilean Funding for Fishery Research (FIP), grant N° FIP 2014-04-2, and the Millennium Institute of Oceanography (IMO) Grant IC120019. This work is a contribution to CONICYT Fondecyt N° 1181682 and Fondecyt N° 3180177. The authors thank Dra. Marcela Cornejo, Daniel Toledo and Leissing Frederick and the Crew of the R/V Abate Molina for the samples collected. Sonia Yañez, Johanna Medellín and Liliana Espinosa for helping with data analysis and valuable comments and suggestions on the manuscript and

Claude Razouls and Nicolas Desreumaux for his important guide for the taxonomic analysis of copepods.



References

Anabalón, V., Morales, C.E., González, H.E., Menschel, E., Schneider, W., Hormazábal, S., Valencia, L., Escribano, R., 2016. Prog. Oceanogr. 149, 174–188. doi:10.1016/j.pocean.2016.10.011.

Andrade, I., Sangrà, P., Hormazábal, S., Correa-Ramirez, M., 2014. Island mass effect in the Juan Fernández Archipelago (33°S), Southeastern Pacific. Deep Sea. Res. Part I Oceanogr. Res. Pap. 84, 86–99. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2013.10.009>.

Arana, P., 1976. Situación y perspectiva de la pesca artesanal en el Archipiélago de Juan Fernández e Islas Desventuradas (Chile). Seminario regional sobre pesquería artesanal. Rev. Com. Perm. Pacífico Sur, 4: 117-131.

Bashmachnikov, I., Mohn, C., Pelegri, J.L., Martins, A., Jose, F., Machin, F., White, M., 2009. Interaction of Mediterranean water eddies with Sedlo and Seine Seamounts, Subtropical Northeast Atlantic. Deep Sea Res. Part II Top. Stud. Oceanogr. 56, 2593–2605.

Boltovskoy, D.,(ed). 1999. South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden. Vol. 1.

Boxshall, G.A., Halsey, S.H., 2004. An Introduction to Copepod Diversity. The Ray Society, London, 966 pp.

Boxshall, G.A., Zylinski, S., Jaume, D., Iliffe, T.M., Suárez-Morales, E., 2014. A new genus of speleophriid copepod (Copepoda: Misophrioida) from a cenote in the Yucatan, Mexico with a phylogenetic analysis at the species level. Zootaxa 3821, 321–336. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3821.3.2>.

Cañete, J.I., Haussermann, V., 2012. Colonial life under the Humboldt Current System: deep sea corals from O'Higgins I seamount. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 40, 467–472.
<https://doi.org/10.3856/vol40-issue2-fulltext-23>

Cornejo, M., Bravo, L., Ramos M., Pizarro, O., M., Karstensen, J., Gallegos, M., Correa-Ramirez, M., Silva, N., Farias, L., Karp-Boss, L., 2016. Biogeochemical characteristics of a long-lived anticyclonic eddy in the eastern South Pacific Ocean. *Biogeosci. Discuss.*, 12(17).

Chiang, O.E., Quiñones, R.A., 2007. Relationship between viral and prokaryotic abundance on the Bajo O'Higgins Seamount, Humboldt Current System off Chile. *Sci. Mar.*, 71: 37-46.

Clark, M., Bowden, D.A., 2015. Seamount biodiversity: high variability both within and between seamounts in the Ross Sea region of Antarctica. *Hydrobiologia* (2015) 761:161–180.

Clarke, K.R., Gorley, R.N., 2015. PRIMER v7: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth, 296 pp.

Escribano, R., Hidalgo, P., 2000. Spatial distribution of copepods in the north of the Humboldt Current region off Chile during coastal upwelling. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 80, 283–290.
<https://doi.org/10.1017/S002531549900185X>.

Frederick, L., Escribano, R., Morales, C.E., Hormazábal, S., Medellín-Mora, J., 2018. Mesozooplankton respiration and community structure in a seamount region of the eastern South Pacific. *Deep. Res. Part I Oceanogr. Res. Pap.* 135, 74–87.
<https://doi.org/10.1016/j.dsr.2018.03.008>.

Hidalgo, P., Escribano, R., Morales, C. E., 2005. Ontogenetic vertical distribution and diel migration of the copepod *Eucalanus inermis* in the oxygen minimum zone off northern Chile.

J. of Plank. Res. 27:519-529.

Hidalgo, P., Escribano, R., Vergara, O., Jorquera, E., Donoso, K., Mendoza, P., 2010. Patterns of copepod diversity in the Chilean coastal upwelling system. Deep Sea Res. Part II Top. Stud. Oceanogr. 57: 2089-2097.

Hidalgo, P., Escribano, R., Fuentes, M., Jorquera, E., Vergara, O., 2012. How coastal upwelling influences spatial patterns of size-structured diversity of copepods off central-southern Chile (summer 2009). Prog. In Oceanogr.92–95. 134–145.

Hormazábal, S., V. Combes, C.E. Morales, M.A. Correa-Ramírez, E. Di Lorenzo & S. Nuñez.2013. Intrathermocline eddies in the coastal transition zone off central Chile (31-41°S). J. Geophys. Res. Oceans, 118: 1-11, doi:10.1002/jgrc.20337.

Hormazábal, S., 2016. Fase II: levantamiento oceanográfico para elaborar la línea base de los montes submarinos Juan Fernández 5 (JF5), Juan Fernández 6 (JF6) y Monte O'Higgins. Informe Final, FIP 2014-04-2. Consejo del Fondo de Investigación Pesquera, Chile.

Humes, A.G., 1994. How many copepods? Hydrobiologia, 292-293(1), 1–7. doi:10.1007/bf00229916

Huys, R., Boxshall, G.A., Bottger-Schnack, R., 1992. On the discovery of the male of *Mormonilla* Giesbrecht 1892 (Copepoda, Mormonilloida). Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Zool) 58(2): 157-170.

Koslow A., 1997. Seamounts and the ecology of deep-sea fisheries. Am. J. Sci. 85, 168–176.

Kvile, K. O., Taranto, G. H., Pitcher, T. J., Morato, T., 2014. A global assessment of seamount

ecosystems knowledge using an ecosystem evaluation framework. *Biol. Conserv.* 173, 108–120.

Mann, M.E., Park, J., 1999. Oscillatory spatiotemporal signal detection in climate studies: a multiple-taper spectral domain approach. *Adv. Geophys.*, 41: 1-131.

Mohn, C., White, M., Bashmachnikov, I., Jose, F., Pelegrí, J.L., 2009. Dynamics at an elongated, intermediate depth seamount in the North Atlantic (Sedlo Seamount, 401200N, 261400W). *Deep Sea Res. Part II Top. Stud. Oceanogr.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2008.12.037>.

Morales-Ramírez, A., 2001. Marine biodiversity of Costa Rica, the microcrustacea: Copepoda (Crustacea: Maxillopoda). *Rev. Biol. Trop.* 49 Suppl 2, 115–133.

Morales, C.E., Torreblanca, M. L., Hormazabal, S., Correa-Ramírez, M., Nuñez, S., Hidalgo, P., 2010. Mesoscale structure of copepod assemblages in the coastal transition zone and oceanic waters off central-southern Chile. *Prog. Oceanogr.* 84, 158–173 [doi:10.1016/j.pocean.2009.12.001](https://doi.org/10.1016/j.pocean.2009.12.001).

Pino-Pinuer, P., Escribano, R., Hidalgo, P., Riquelme-Bugueño, R., Schneider, W., 2014. Copepod community response to variable upwelling conditions off central-southern Chile during 2002-2004 and 2010-2012. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 515, 83-95.

Razouls, C., De Bovée, F., Kouwenberg, J., Desreumaux, N., 2005-2019. Diversité et repartition géographique chez les Copépodes planctoniques marins. Available online at <http://copepodes.obs-banyuls.fr/>. [Accessed 05-01-2019.]

Rogers, A.D., 1994. The biology of seamounts. *Adv. Mar. Biol.* 30, 305–350.

- Ruz, P. M., Hidalgo, P., Yáñez, S., Escribano, R., Keister, J. E., 2015. Egg production and hatching success of *Calanus chilensis* and *Acartia tonsa* in the northern Chile upwelling zone (23° S), Humboldt Current System. *Jour. Mar. Syst.*, 148, 200-212.
- Samadi, S., Bottan, L., Macpherson, E., Forges, B.R., Boisselier, M.C., 2006. Seamount endemism questioned by the geographic distribution and population genetic structure of marine invertebrates. *J. Mar. Biol. Assoc.* 149, 1463–1475.
- Shneider, W., Fuenzalida, R., Nuñez, R., Garcés, J., Bravo, L., Figueroa D., 2007. Discusión del Sistema de la Corriente de Humboldt y masas de agua en la zona norte y centro de Chile. 17 pg.
- Schneider W., Donoso, D., Garcés-Vargas, J., Escribano, R., 2017. Water-column cooling and sea surface salinity increase in the upwelling region off central-south Chile driven by a poleward displacement of the South Pacific High. *Prog. Oceanogr.* 151, 38–48. doi:10.1016/j.pocean.2016.11.004.
- Yáñez E., Silva C., Vega R., Espíndola F., Álvarez L., Silva N., Palma S., Salinas S., Menschel E., Haussermann V., Soto, D., Ramírez, N., 2009. Seamounts in the southeastern Pacific Ocean and biodiversity on Juan Fernandez seamounts, Chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 37, 555-570.
- Wilson, R.R., Kaufmann, R.S., 1987. Seamount biota and biogeography. In: Keating, B.H., Fryer, P., Batiza, R., Boehlert, G.W. (Eds.), *Seamounts, Islands and Atolls*. Am. Geophys. Union, Geophys. Monogr. Ser., 43, Washington, DC, pp. 223–237.

Figure captions

Figure 1. Seamounts in the Juan Fernández Ridge region of the eastern South Pacific: MO=Seamount O'Higgins (32° 54' S; 73° 34'W) (MO: MO-02, MO-03, MO-07 and MO-19), MJF5=Seamount Juan Fernández 5 (33°72'S; 80°02'W) (MJF5: MJF5-02, MJF5-08 and MJF5-26), MJF6=Seamount Juan Fernández 6 (34°09'S; 80° 33'W)(MJF6: MJF6-12 and MJF6-Control). These seamounts were sampled during an oceanographic cruise carried out in September 2015. All stations included CTD and Multinet (200 µm) samplings.

Figure 2. Cluster analysis of similarity to the copepods community data from the area over three seamounts in the Juan Fernández Ridge region during the oceanographic cruise carried out in September 2015. MO=Seamount O'Higgins (green triangles), MJF5=Seamount Juan Fernández 5 (green square) and MJF6=Seamount Juan Fernández 6 (green equis). Similarity matrix was obtained with the Bray-Curtis distance index and three groups were significantly distinguished.

Figure 3. TS diagram during the oceanographic cruise carried out in September 2015, in the stations on three seamounts in the region of the Juan Fernández ridge . Each profile indicates all sampling station for seamount. The red boxes are the water mass for MO and the black boxes are the water mass for MJF5 and MJF6.

Figure 4. Vertical profiles of temperature (°C), dissolved oxygen (ml/ L), salinity and fluorescence (µg/L) (0-700m depth), during the oceanographic cruise carried out in September 2015, in the stations on three seamounts in the region of the Juan Fernández ridge . Each profile indicates all sampling station for seamount.

Figure 5: Shade plot showing visual representation of the data matrix of 12 species he copepods community ($\geq 1\%$ of the abundance total) for depth layers (m) from the area over three seamounts in the Juan Fernández Ridge region during the oceanographic cruise carried out in September 2015. MO=Seamount O'Higgins, MJF5=Seamount Juan Fernández 5 and MJF6=Seamount Juan Fernández 6. Were square root transformed. Y-axis: 11 copepods species. X-axis: Sites grouped according to depth layer of each station sampled by each seamount.

Figure 6: Relationship between abundance (N) and community descriptors over three seamounts (SM) in the Juan Fernández Ridge region during the oceanographic cruise carried out in September 2015. MO=Seamount O'Higgins, MJF5=Seamount Juan Fernández 5 and MJF6=Seamount Juan Fernández 6. Descriptors species richness (R) and diversity Shannon-Wiener index (H'). The station data were grouped by each seamount for each depth layer, to observed differences between SM.



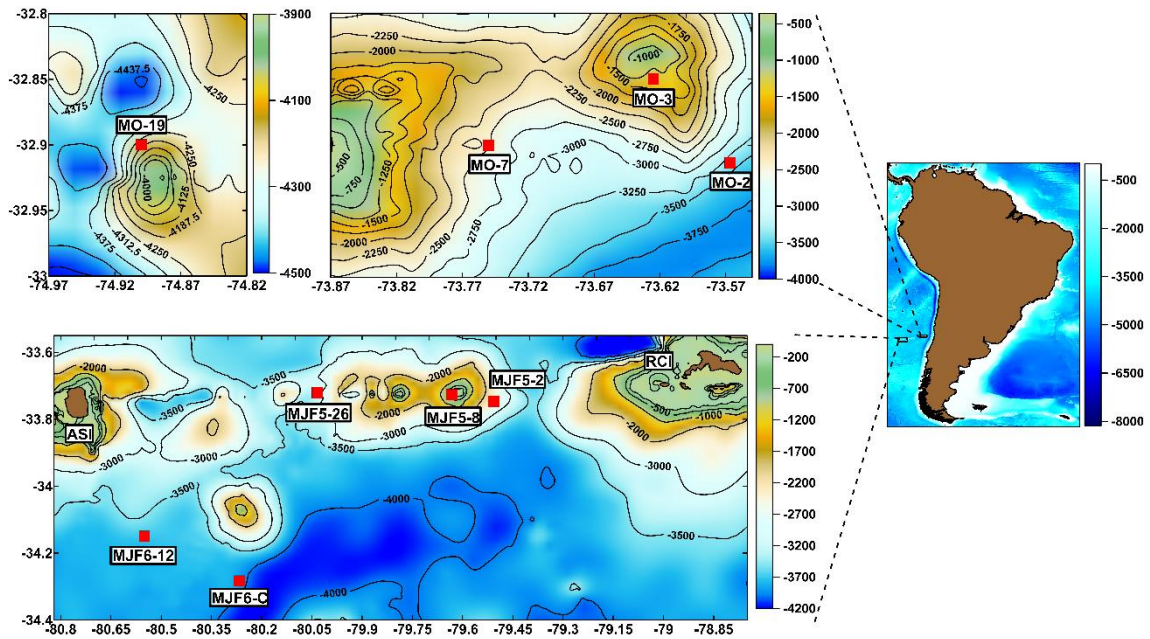


Figure 1. Seamounts in the Juan Fernández Ridge region of the eastern South Pacific: MO=Seamount O'Higgins ($32^{\circ} 54' S$; $73^{\circ} 34' W$) (MO: MO-02, MO-03, MO-07 and MO-19), MJF5=Seamount Juan Fernández 5 ($33^{\circ} 72' S$; $80^{\circ} 02' W$) (MJF5: MJF5-02, MJF5-08 and MJF5-26), MJF6=Seamount Juan Fernández 6 ($34^{\circ} 09' S$; $80^{\circ} 33' W$) (MJF6: MJF6-12 and MJF6-Control). These seamounts were sampled during an oceanographic cruise carried out in September 2015. All stations included CTD and Multinet ($200 \mu m$) samplings.

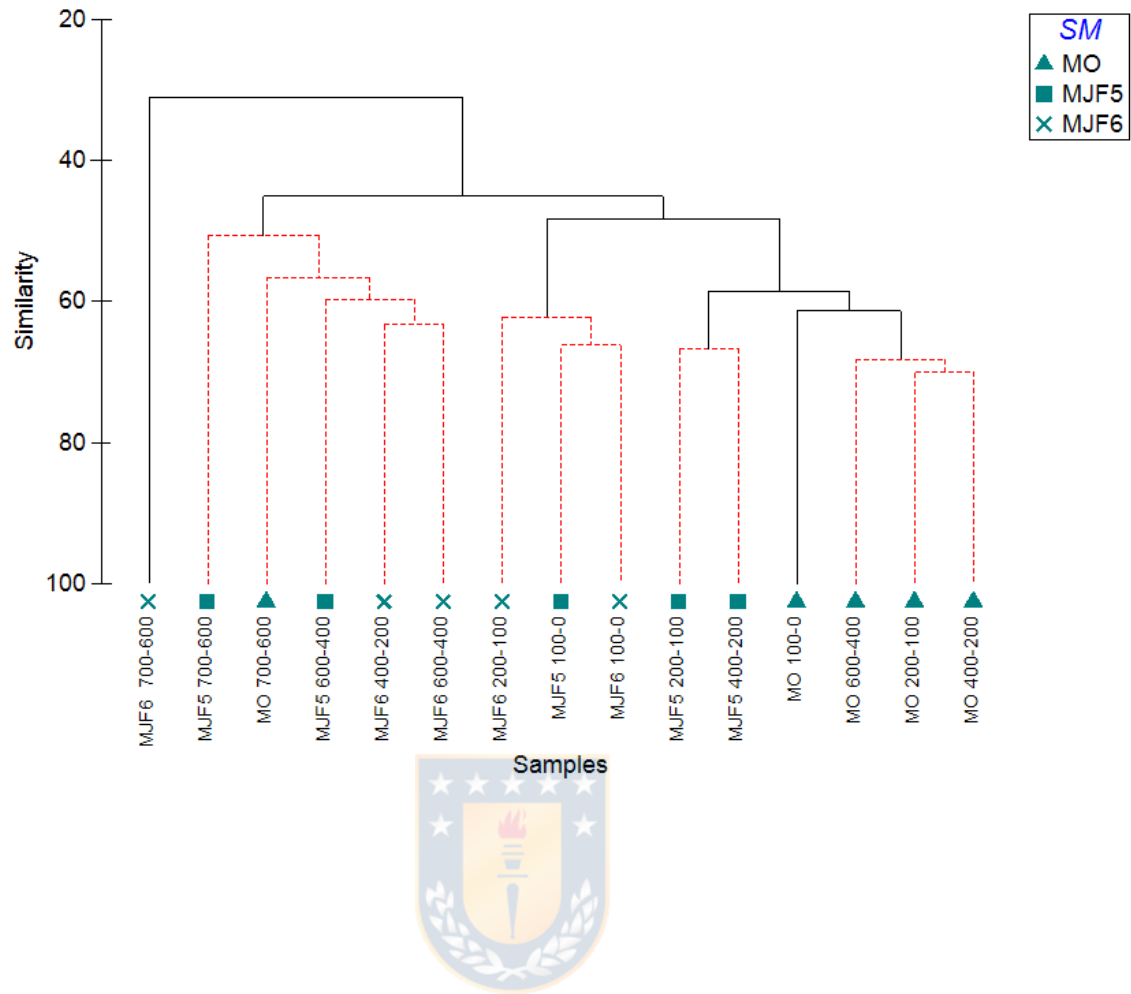


Figure 2. Cluster analysis of similarity to the copepods community data from the area over three seamounts in the Juan Fernández Ridge region during the oceanographic cruise carried out in September 2015. MO=Seamount O'Higgins (green triangles), MJF5=Seamount Juan Fernández 5 (green square) and MJF6=Seamount Juan Fernández 6 (green equis). Similarity matrix was obtained with the Bray-Curtis distance index and three groups were significantly distinguished.

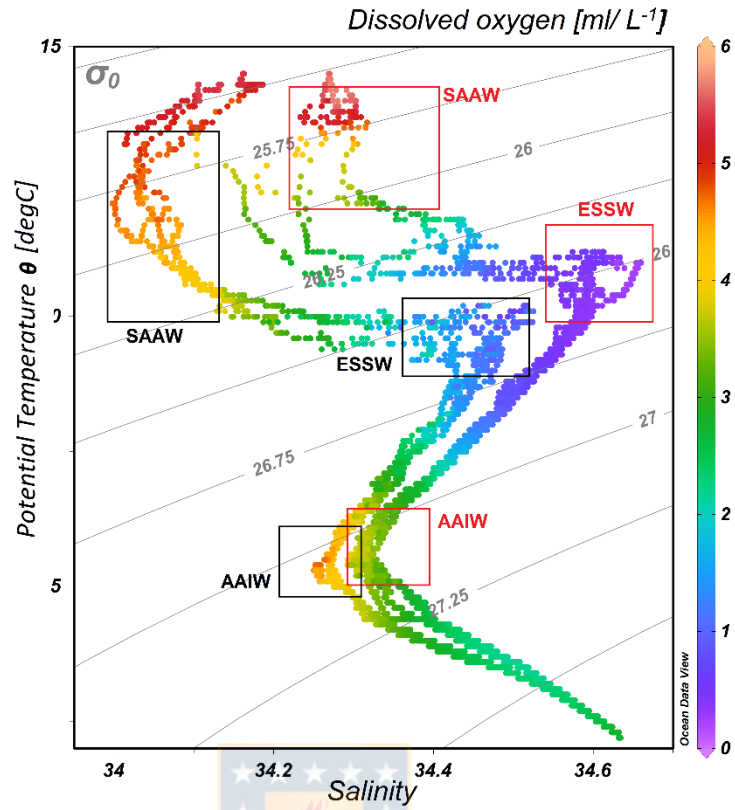


Figure 3. TS diagram during the oceanographic cruise carried out in September 2015, in the stations on three seamounts in the region of the Juan Fernández ridge . Each profile indicates all sampling station for seamount. The red boxes are the water mass for MO and the black boxes are the water mass for MJF5 and MJF6.

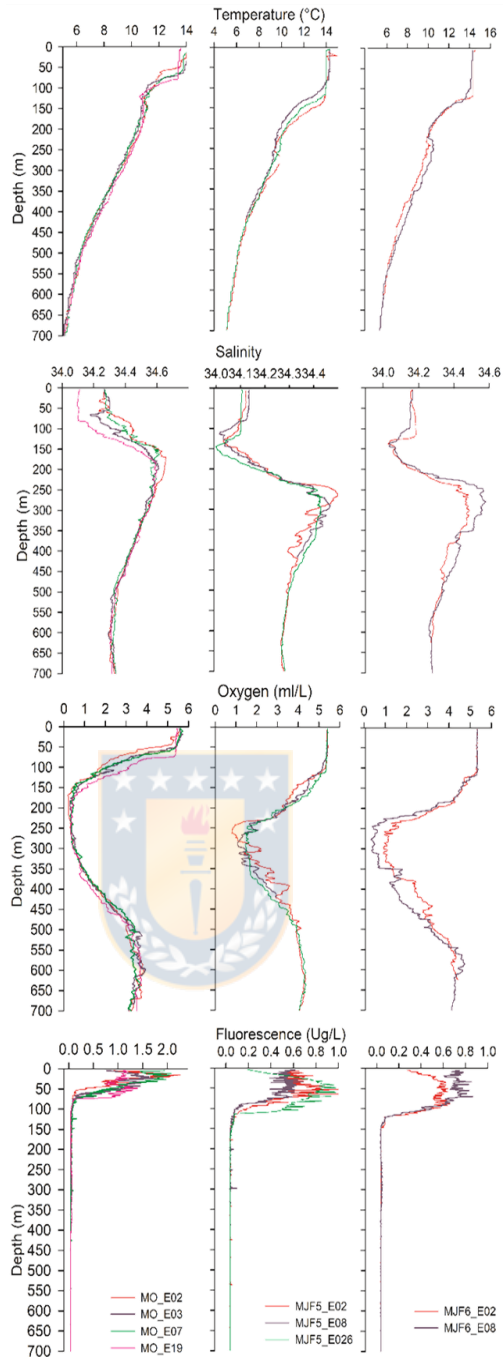


Figure 4. Vertical profiles of temperature ($^{\circ}\text{C}$), dissolved oxygen (ml/ L), salinity and fluorescence ($\mu\text{g/L}$) (0-700m depth), during the oceanographic cruise carried out in September 2015, in the stations on three seamounts in the region of the Juan Fernández ridge . Each profile indicates all sampling station for seamount.

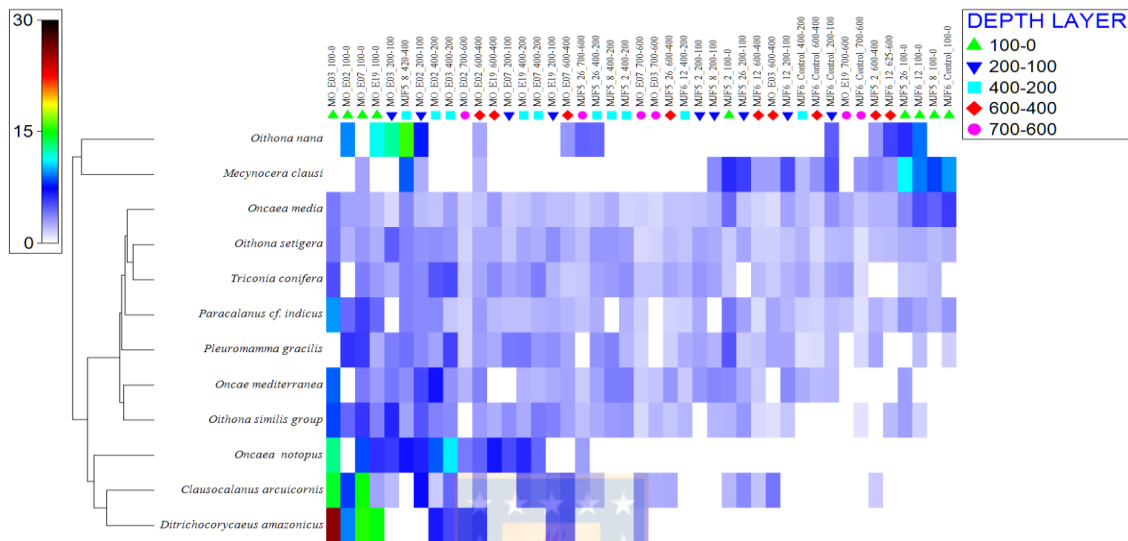


Figure 5: Shade plot showing visual representation of the data matrix of 12 species in the copepods community ($\geq 1\%$ of the abundance total) for depth layers (m) from the area over three seamounts in the Juan Fernández Ridge region during the oceanographic cruise carried out in September 2015. MO=Seamount O'Higgins, MJF5=Seamount Juan Fernández 5 and MJF6=Seamount Juan Fernández 6. Values were square root transformed. Y-axis: 11 copepod species. X-axis: Sites grouped according to depth layer of each station sampled by each seamount.

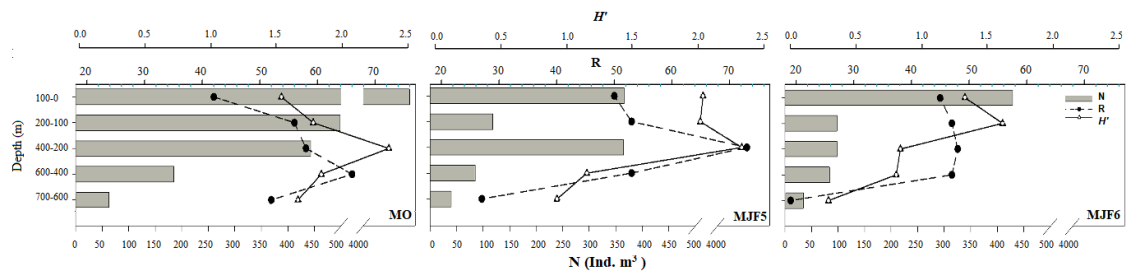


Figure 6: Relationship between abundance (N) and community descriptors over three seamounts (SM) in the Juan Fernández Ridge region during the oceanographic cruise carried out in September 2015. MO=Seamount O'Higgins, MJF5=Seamount Juan Fernández 5 and MJF6=Seamount Juan Fernández 6. Descriptors species richness (R) and diversity Shannon-Wiener index (H'). The station data were grouped by each seamount for each depth layer, to observed differences between SM.

Table 1: Summary of zooplankton sampling conducted at different stations all of three seamounts (MO, MJF5 and MJF6) from the area over three seamounts in the Juan Fernández Ridge region in the eastern South Pacific during the oceanographic cruise FIP No. 2014-04 carried out in September 2015. Live samples were obtained for quantitative analysis of copepods composition in the water column. (*Stations on Summit of the seamount).

Table 2: Summary (average \pm SD) of the oceanographic variables in seamounts stations for each layer in the SM (MO, MJF5 and MJF6) of in the Juan Fernández Ridge region in the eastern South Pacific during the oceanographic cruise carried out in September 2015.

Table 3: PERMANOVA routine for testing the simultaneous response of one or more variables to one or more factors in an analysis of variance (ANOVA) experimental design using permutation methods. The variable abundance data has testing with factors: Seamounts (SM), depth layers (De), from the three seamounts in the Juan Fernández Ridge in the eastern South Pacific during September 2015. *= significant effects ($P < 0.05$); **=highly significant effects ($P < 0.01$).

Table 4: Taxonomy of copepods species identified from the three seamounts of in the Juan Fernández Ridge region in the eastern South Pacific during the oceanographic cruise carried out in September 2015. MO=Seamount O'Higgins, MJF5=Seamount Juan Fernández 5 and MJF6=Seamount Juan Fernández 6. Systematics validated by Boxshall, G. (2016). Copepoda. Accessed through: World Register of Marine Species (WORMS) at (<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1080> on 2018-11-23).

Table 5: Dominant copepods species ($\geq 1\%$ of total), abundance (N), relative abundance (N%) and Occurrence (O%). By all stations in the three seamounts (MO, MJF5 and MJF6) in the Juan Fernández Ridge region in the eastern South Pacific during the oceanographic cruise carried out in September 2015.

Table 6: Abundance (N) and community descriptors: richness (R), Shannon-Wiener index (H') and dominant copepods species, by all seamounts (MO, MJF5 and MJF6) to depths layers in the Juan Fernández Ridge region in the eastern South Pacific during the oceanographic cruise carried out in September 2015.

Table 7: Summary of Abundance (N), relative abundance (N%) and community descriptors: richness (R) and diversity was estimated with the Shannon-Wiener index (H'), in seamounts stations for each layer in each SM (MO, MJF5 and MJF6) of the Juan Fernandez Ridge in the eastern South Pacific during September 2015.

Table 8: Spearman rank order correlation were run in community structure of copepods among oceanographic variables: temperature (T), salinity (S), dissolved oxygen (DO) and fluorescence (F), on the seamounts in the Juan Fernández Ridge in the eastern South Pacific during September 2015, * indicates significant difference at $p < 0.05$.

Table 1: Summary of zooplankton sampling conducted at different stations all of three seamounts (MO, MJF5 and MJF6) from the area over three seamounts in the Juan Fernández Ridge region in the eastern South Pacific during the oceanographic cruise FIP No. 2014-04 carried out in September 2015. Live samples were obtained for quantitative analysis of copepods composition in the water column. (*Stations on Summit of the seamount).

	Station	Date	Hour	Coordinates	Depth Station
MO	MO_02	24-09-2015	3:44	32°54.08'S-73°34'W	2678m
	MO_03 *	23-09-2015	16:00	32°51'S-73°37.5'W	1090m
	MO_07	23-09-2015	5:30	32°54'S-73°45'W	2630m
	MO_19	21-09-2015	12:02	32°54'S-74°54'W	900m
MJF5	MJF5_02	18-09-2015	5:25	33°44.8'S-79°30.4'W	2808m
	MJF5_08 *	17-09-2015	10:33	33°43.6'S-79°37.9'W	652m
	MJF5_26	14-09-2015	14:00	33°43.2'S-80°2'W	3000m
MJF6	MJF6_12	12-09-2015	20:08	34°09'S-80°33'W	3109m
	MJF6_Control	12-09-2015	23:19	34°17'S-80°16'W	1987m

Table 2: Summary (average \pm SD) of the oceanographic variables in seamounts stations for each layer in the SM (MO, MJF5 and MJF6) of in the Juan Fernández Ridge region in the eastern South Pacific during the oceanographic cruise carried out in September 2015.

Station	Depth (m)	Dissolvedoxygen [ml L ⁻¹]	Temperature [°C]	Salinity	Fluorescence (µg/L)
MO-02	100-0	3.97 \pm 1.41	12.94 \pm 1.00	34.32 \pm 0.07	0.61 \pm 0.630
	200-100	0.71 \pm 0.55	11.04 \pm 0.20	34.56 \pm 0.09	0.05 \pm 0.005
	400-200	0.65 \pm 0.40	9.12 \pm 0.94	34.54 \pm 0.06	0.04 \pm 0.006
	600-400	2.94 \pm 0.62	6.45 \pm 0.53	34.36 \pm 0.04	0.04 \pm 0.001
	700-600	3.57 \pm 0.19	5.34 \pm 0.14	34.31 \pm 0.01	0.04 \pm 0.0005
Mean	700-0	2.20 \pm 1.53	8.61 \pm 2.63	34.43 \pm 0.12	0.12 \pm 0.31
MO-03	100-0	4.48 \pm 1.25	13.10 \pm 1.25	34.27 \pm 0.03	0.740 \pm 0.55
	200-100	0.94 \pm 0.64	10.71 \pm 0.19	34.50 \pm 0.10	0.05 \pm 0.006
	400-200	0.70 \pm 0.35	8.93 \pm 0.81	34.53 \pm 0.05	0.04 \pm 0.003
	600-400	3.05 \pm 0.69	6.34 \pm 0.61	34.35 \pm 0.04	0.04 \pm 0.0007
	700-600	3.42 \pm 0.20	5.26 \pm 0.14	34.32 \pm 0.01	0.04 \pm 0.0005
Mean	700-0	2.32 \pm 1.57	8.49 \pm 2.66	34.41 \pm 0.11	0.14 \pm 0.32
MO-07	100-0	4.57 \pm 1.24	13.25 \pm 0.86	34.30 \pm 0.04	0.06 \pm 0.015
	200-100	0.86 \pm 0.53	10.96 \pm 0.32	34.53 \pm 0.08	0.86 \pm 0.67
	400-200	0.70 \pm 0.39	9.03 \pm 0.86	34.53 \pm 0.05	0.05 \pm 0.008
	600-400	2.97 \pm 0.54	6.41 \pm 0.51	34.36 \pm 0.03	0.04 \pm 0.003
	700-600	3.39 \pm 0.16	5.44 \pm 0.14	34.33 \pm 0.01	0.04 \pm 0.0004
Mean	700-0	2.30 \pm 1.56	8.62 \pm 2.66	34.42 \pm 0.11	0.16 \pm 0.38
MO-19	100-0	4.93 \pm 0.83	13.16 \pm 0.59	34.11 \pm 0.03	0.77 \pm 0.44
	200-100	1.31 \pm 0.90	10.86 \pm 0.15	34.44 \pm 0.14	0.04 \pm 0.004
	400-200	0.61 \pm 0.28	9.31 \pm 0.86	34.53 \pm 0.05	0.05 \pm 0.007
	600-400	2.88 \pm 0.77	6.55 \pm 0.64	34.36 \pm 0.04	0.04 \pm 0.002
	700-600	3.58 \pm 0.09	5.40 \pm 0.18	34.31 \pm 0.01	0.04 \pm 0.0005
Mean	700-0	2.39 \pm 1.63	8.71 \pm 2.62	34.38 \pm 0.15	0.15 \pm 0.30
M5-02	100-0	5.36 \pm 0.08	14.19 \pm 0.18	34.12 \pm 0.02	0.58 \pm 0.18
	200-100	4.31 \pm 0.53	11.41 \pm 1.21	34.08 \pm 0.06	0.058 \pm 0.03
	400-200	1.90 \pm 0.62	8.72 \pm 0.78	34.38 \pm 0.07	0.037 \pm 0.0023
	600-400	3.58 \pm 0.55	6.52 \pm 0.37	34.31 \pm 0.02	0.03 \pm 0.002
Mean	600-0	3.40 \pm 1.45	9.87 \pm 2.74	34.26 \pm 0.14	3.13 \pm 56.40
M5-08	100-0	5.36 \pm 0.08	14.19 \pm 0.18	34.12 \pm 0.02	0.44 \pm 0.15
	200-100	4.31 \pm 0.53	11.41 \pm 1.21	34.08 \pm 0.06	0.05 \pm 0.015
	400-200	1.90 \pm 0.62	8.72 \pm 0.78	34.38 \pm 0.07	0.038 \pm 0.005

	400-410	2.78 ± 0.09	7.07 ± 0.06	34.35 ± 0.00	0.04 ± 7.3 E-18
	410-420	2.92 ± 0.01	6.95 ± 0.05	34.34 ± 0.00	0.03 ± 0.0003
Mean	420-0	3.32 ± 1.45	10.55 ± 2.74	34.25 ± 0.14	0.14 ± 0.19
M5-26	100-0	5.38 ± 0.03	14.01 ± 0.05	34.10 ± 0.00	0.68 ± 0.19
	200-100	4.59 ± 0.55	12.14 ± 1.27	34.07 ± 0.04	0.09 ± 0.13
	400-200	1.91 ± 0.47	8.98 ± 0.86	34.38 ± 0.07	0.037 ± 0.0013
	600-400	3.68 ± 0.58	6.28 ± 0.50	34.31 ± 0.03	0.036 ± 0.0005
	700-600	4.24 ± 0.10	5.32 ± 0.15	34.27 ± 0.00	0.036 ± 0.0003
Mean	700-0	3.62 ± 1.29	8.83 ± 3.08	34.26 ± 0.12	0.14 ± 0.24
M6-12	100-0	5.32 ± 0.01	14.31 ± 0.04	34.17 ± 0.01	0.53 ± 0.086
	200-100	4.59 ± 0.47	12.17 ± 1.43	34.11 ± 0.05	0.098 ± 0.11
	400-200	1.61 ± 0.68	9.16 ± 0.78	34.41 ± 0.08	0.038 ± 0.001
	600-400	3.46 ± 0.63	6.55 ± 0.52	34.32 ± 0.03	0.036 ± 0.0004
	625-600	4.33 ± 0.06	5.71 ± 0.08	34.28 ± 0.00	0.04 ± 1.4 E-17
Mean	625-0	3.37 ± 1.43	9.46 ± 3.06	34.29 ± 0.12	0.13 ± 0.19
M6-control	100-0	5.30 ± 0.08	14.30 ± 0.05	34.17 ± 0.01	0.68 ± 0.09
	200-100	4.33 ± 0.47	11.55 ± 1.17	34.10 ± 0.05	0.088 ± 0.105
	400-200	1.30 ± 0.47	9.43 ± 0.57	34.44 ± 0.07	0.041 ± 0.004
	600-400	3.12 ± 0.92	6.77 ± 0.73	34.34 ± 0.05	0.037 ± 0.0006
	700-600	4.46 ± 0.16	5.49 ± 0.20	34.26 ± 0.01	0.036 ± 0.0003
Mean	700-0	3.27 ± 1.55	9.08 ± 2.92	34.30 ± 0.13	0.14 ± 0.23

Table 3: PERMANOVA routine for testing the simultaneous response of one or more variables to one or more factors in an analysis of variance (ANOVA) experimental design using permutation methods. The variable abundance data has testing with factors: Seamounts (SM), depth layers (De), from the three seamounts in the Juan Fernández Ridge in the eastern South Pacific during September 2015. *= significant effects ($P < 0.05$); **=highly significant effects ($P < 0.01$).

Source	df	P(perm)
SM	2	0.0001*
De	6	0.0001*
SMxDe	8	0.0138*
Res	18	
Total	42	

Table 4: Taxonomy of copepods species identified from the three seamounts in the Juan Fernández Ridge region in the eastern South Pacific during the oceanographic cruise carried out in September 2015. MO=Seamount O'Higgins, MJF5=Seamount Juan Fernández 5 and MJF6=Seamount Juan Fernández 6. Systematics validated by Boxshall, G. (2016). Copepoda. Accessed through: World Register of Marine Species (WORMS) at (<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1080> on 2018-11-23).

Phylum Arthropoda
Subphylum Crustacea
Class Hexanauplia
Subclass Copepoda

ORDER CALANOIDEA

Family Acartidae

Acartia (Acanthacartia) tonsa Dana, 1849

Acartia (Acartia) danae Giesbrecht, 1889

Family Aetideidae

Aetideopsis multiserrata (Wolfenden, 1904)

Aetideus armatus (Boeck, 1872)

Aetideus Bradyi A. Scott, 1909

Chiridius gracilis Farran, 1908

Chiridius poppei Giesbrecht, 1893

Euchirella bella Giesbrecht, 1888

Euchirella galeata Giesbrecht, 1888

Euchirella máxima Wolfenden, 1905

Euchirella pulchra (Lubbock, 1856)

Euchirella rostrata (Claus, 1866)

Euchirella similis Wolfenden, 1911

Euchirella venusta Giesbrecht, 1888

Euchirella sp. Giesbrecht, 1888

Gaetanus armiger Giesbrecht, 1888

Gaetanus curvicornis Sars G.O., 1905

Gaetanus miles Giesbrecht, 1888

Gaetanus tenuispinus (Sars G.O., 1900)

Valdiviella insignis Farran, 1908

Pseudochirella sp. Sars G.O., 1920

Family Lucicutiidae

Lucicutia flavicornis (Claus, 1863)

Lucicutia gemina Farran, 1926

Lucicutia oblonga Brodsky, 1950

Family Megacalanidae

Elenacalanus inflatus (Björnberg, 1968)

Bradycalanus sp. Scott A., 1909

Megacalanus princeps Wolfenden, 1904

Family Metridinidae

Pleuromamma abdominalis (Lubbock, 1856)

Pleuromamma gracilis Claus, 1863

Pleuromamma piseki Farran, 1929

Pleuromamma quadrangulata (Dahl F., 1893)

Pleuromamma robusta (Dahl F., 1893)

Pleuromamma xiphias (Giesbrecht, 1889)

Metridia brevicauda Giesbrecht, 1889

Metridia curticauda Giesbrecht, 1889

Metridia longa (Lubbock, 1854)

Metridia lucens lucens Boeck, 1865

Metridia princeps Giesbrecht, 1889

Metridia venusta Giesbrecht, 1889

Family Nullosetigeridae

Nullosetigera bidentata (Brady, 1883)



Family Augaptilidae

- Euaugaptilus longimanus* (Sars G.O., 1905)
Haloptilus acutifrons (Giesbrecht, 1893)
Haloptilus longicornis (Claus, 1863)

Family Calanidae

- Cosmocalanus darwinii* (Lubbock, 1860)
Nannocalanus minor (Claus, 1863)
Neocalanus gracilis (Dana, 1852)
Neocalanus tonsus (Brady, 1883)

Family Candaciidae

- Candacia bipinnata* (Giesbrecht, 1889)
Candacia bispinosa (Claus, 1863)
Candacia cheirura Cleve, 1904
Candacia curta (Dana, 1849)
Candacia norvegica (Boeck, 1865)
Candacia tenuimana (Giesbrecht, 1889)

Family Centropagidae

- Centropages brachiatus* (Dana, 1849)
Centropages bradyi Wheeler, 1900
Centropages gracilis (Dana, 1849)

Family Clausocalanidae

- Clausocalanus arcuicornis* (Dana, 1849)
Clausocalanus furcatus (Brady, 1883)
Clausocalanus ingens Frost and Fleminger, 1968
Clausocalanus mastigophorus (Claus, 1863)
Drepanopu sforcipatus Giesbrecht, 1888

Family Eucalanidae

- Eucalanus hyalinus* (Claus, 1866)

Family Euchaetidae

- Euchaeta marina* (Prestandrea, 1833)
Euchaeta media Giesbrecht, 1888
Paraeuchaeta barbata (Brady, 1883)
Paraeuchaeta hansenii (With, 1915)
Paraeuchaeta weberi Scott A., 1909

Family Heterorhabdidae

- Heterorhabdus abyssalis* (Giesbrecht, 1889)
Heterorhabdus clausi (Giesbrecht, 1889)

- Nullosetigera integer* (Esterly, 1911)

Family Phaennidae

- Xanthocalanus* sp. Giesbrecht, 1893

Family Subeucalanidae

- Subeucalanus crassus* (Giesbrecht, 1888)

CALANOIDEA NON-IDENTIFIED

- spp.1
spp.2
spp.3
spp.4

ORDER CYCLOPOIDA**Family Corycaeidae**

- Agetus flaccus* (Giesbrecht, 1891)
Corycaeus (Monocorycaeus) *robustus* Giesbrecht, 1891
Corycaeus Urocorycaeus furcifer (Claus, 1863)
Urocorycaeus lautus (Dana, 1849)
Agetus typicus (Krøyer, 1849)
Corycaeus sp1.
Corycaeus sp2.
Ditrichocorycaeus amazonicus (Dahl F., 1894)
Farranula rostrata (Claus, 1863)

Family Lubbockiidae

- Lubbockia aculeata* Giesbrecht, 1891
Lubbockia squillimana Claus, 1863

Family Oncaeidae

- Conaea rapax* Giesbrecht, 1891
Oncaea mediterranea (Claus, 1863)
Oncaea notopus Giesbrecht, 1891
Oncaea curvata Giesbrecht, 1902
Oncaea media Giesbrecht, 1891
Oncaea venusta Philippi, 1843
Triconia similis (Sars G.O., 1918)
Triconia conifera (Giesbrecht, 1891)

Family Oithonidae

- Oithona brevicornis* Giesbrecht, 1891
Oithona nana Giesbrecht, 1893
Oithona setigera (Dana, 1849)



Heterorhabdus lobatus Bradford, 1971
Heterorhabdus papilliger (Claus, 1863)
Heterorhabdus prolixus Park, 2000
Heterorhabdus spinifrons (Claus, 1863)
Heterostylites longicornis (Giesbrecht, 1889)
Heterostylites major (Dahl F., 1894)

Family Paracalanidae

Calocalanus contractus Farran, 1926
Calocalanus pavo (Dana, 1852)
Paracalanus cf. indicus Wolfenden, 1905
Mecynocera clausi Thompson I.C., 1888

Family Rhincalanidae

Rhincalanus nasutus Giesbrecht, 1888

Family Scolecitrichidae

Amallothrix dentipes (Vervoort, 1951)
Amallothrix arcuata (Sars G.O., 1920)
Amallothrix valida (Farran, 1908)
Scolecithrix danae (Lubbock, 1856)
Pseudoamallothrix profunda (Brodsky, 1950)
Scolecithricella dentata (Giesbrecht, 1893)
Scolecithricella abyssalis (Giesbrecht, 1888)
Scaphocalanus sp. Sars G.O., 1900
Scaphocalanus brevicornis (Sars G.O., 1900)
Scaphocalanus echinatus (Farran, 1905)
Scaphocalanus elongatus Scott A., 1909
Scaphocalanus farrani Park, 1982
Scaphocalanus magnus (Scott T., 1894)
Scaphocalanus medius (Sars G.O., 1907)
Lophothrix frontalis Giesbrecht, 1895
Lophothrix humilifrons Sars G.O., 1905
Pseudoamallothrix ovata (Farran, 1905)

Oithona similis Claus, 1866

Family Sapphirinidae

Copilia mirabilis Dana, 1852
Sapphirina darwinii Haeckel, 1864
Sapphirina iris Dana, 1849
Sapphirina opalina Dana, 1849

ORDER HARPACTICOIDA

Family Aegisthidae

Aegisthus mucronatus Giesbrecht, 1891

Family Ectinosomatidae

Microsetella norvegica (Boeck, 1865)

Family Harpacticidae

Tigriopus sp. Norman, 1869

Family Miriciidae

Oculosetella gracilis (Dana, 1849)

Family Peltidiidae

Clytemnestra scutellata Dana, 1847

ORDER SIPHONOSTOMATOIDA

Family Pontoeciellidae

Pontoeciella abyssicola (Scott T., 1893)

ORDER MORMONILLOIDA

Family Mormonillidae

Mormonilla phasma Giesbrecht, 1891
Neomormonilla minor (Giesbrecht, 1891)

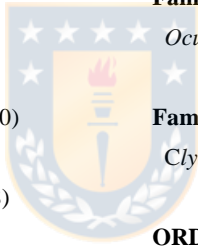


Table 5: Dominant copepods species ($\geq 1\%$ of total), abundance (N), relative abundance (N%) and Occurrence (O%). By all stations in the three seamounts (MO, MJF5 and MJF6) in the Juan Fernández Ridge region in the eastern South Pacific during the oceanographic cruise carried out in September 2015.

Copepodsspecies	N (Ind. m ³)	N%	O%
<i>Paracalanus cf.indicus</i>	2614.63	41.78	90.70
<i>Oithona similis</i>	735.72	11.75	79.07
<i>Clausocalanus arcuicornis</i>	564.95	9.03	53.49
<i>Oncaea media</i>	537.08	8.58	100
<i>Oithona setigera</i>	440.23	7.03	100
<i>Ditrichocorycaeus amazonicus</i>	354.57	5.67	25.58
<i>Triconia conifera</i>	179.53	2.87	88.37
<i>Oncaea mediterranea</i>	119.83	1.91	74.42
<i>Oithona nana</i>	82.23	1.31	32.56
<i>Pleuromamma gracilis</i>	81.26	1.30	83.72
<i>Oncaea notopus</i>	71.34	1.14	34.88
<i>Mecynocera clausi</i>	67.33	1.08	46.51
Total	5848.71	93.45	
Other species(< 1% of total)	410.08	6.55	

Table 6: Abundance (N) and community descriptors: richness (R), Shannon-Wiener index (H') and dominant copepods species, by all seamounts (MO, MJF5 and MJF6) to depths layers in the Juan Fernández Ridge region in the eastern South Pacific during the oceanographic cruise carried out in September 2015.

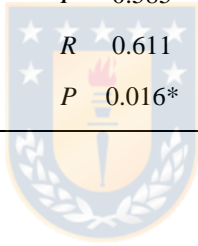
Station	Depth (m)	N (Ind.m ³)	R	H'	Dominantspecies
MO	100-0	4048.7	42	1.51	<i>Paracalanus cf. indicus</i>
	200-100	453.45	56	1.75	<i>Oithona similis</i>
	400-200	365.96	58	2.3	<i>Triconia conifera</i>
	600-400	117.9	66	1.81	<i>Paracalanus cf. indicus</i>
	700-600	30.69	52	1.64	<i>Oncaea media</i>
MJF5	100-0	332.6	50	2.01	<i>Oncaea media</i>
	200-100	87.14	53	1.99	<i>Oithona setigera</i>
	400-200	303.35	73	2.29	<i>Oithona setigera</i>
	600-400	26.57	53	1.15	<i>Paracalanus cf. indicus</i>
	700-600	9.94	27	0.93	<i>Oithona setigera</i>
MJF6	100-0	388.61	45	1.32	<i>Oncaea media</i>
	200-100	52.86	47	1.6	<i>Oncaea media</i>
	400-200	21.37	48	0.85	<i>Oithona setigera</i>
	600-400	6.38	47	0.82	<i>Oncaea media</i>
	700-600	13.27	19	0.32	<i>Oncaea media</i>

Table 7: Summary of Abundance (N), relative abundance (N%) and community descriptors: richness (R) and diversity was estimated with the Shannon-Wiener index (H'), in seamounts stations for each layer in each SM (MO, MJF5 and MJF6) of the Juan Fernandez Ridge in the eastern South Pacific during September 2015.

Station	Depth (m)	N (Ind. m ³)	N%	R	H'
MO-2	100-0	196.90	37.27	26	1.97
	200-100	137.24	25.98	39	2.12
	400-200	148.18	28.05	37	2.23
	600-400	41.04	7.77	44	2.03
	700-600	5.00	0.95	26	2.78
MO-03	100-0	2971.61	88.32	17	1.27
	200-100	241.19	7.17	29	1.17
	400-200	130.51	3.88	36	2.36
	600-400	15.92	0.47	32	1.54
	700-600	5.30	0.16	26	2.65
MO-7	100-0	720.03	86.88	30	1.70
	200-100	25.84	3.12	27	2.18
	400-200	52.29	6.31	34	2.18
	600-400	25.54	3.08	31	2.42
	700-600	5	0.61	22	2.50
MO-19	100-0	160.17	54.28	25	1.78
	200-100	49.17	16.66	24	1.71
	400-200	34.98	11.86	30	2.59
	600-400	35.41	12.00	34	2.14
	700-600	15.35	5.20	23	1.71
M5-2	100-0	142.11	63.03	34	1.80
	200-100	31.28	13.87	33	2.14
	400-200	36.18	16.04	39	2.01
	600-400	15.91	7.06	34	2.18
	M5-08	100-0	95.06	27.23	30
200-100		21.70	6.22	31	2.35
400-200		39.82	11.41	35	1.95
420-400		192.50	55.14	41	2.52
M5-26		100-0	95.44	51.58	28
	200-100	34.16	18.46	32	1.86
	400-200	34.85	18.84	38	2.03
	600-400	10.66	5.76	35	2.36
	700-600	9.94	5.37	27	2.37
M6-12	100-0	162.61	77.79	36	1.49
	200-100	22.91	10.96	33	2.46
	400-200	9.36	4.48	33	2.56
	600-400	3.41	1.63	35	2.79
	625-600	10.75	5.14	11	1.84
M6-CONTROL	100-0	226	82.65	25	1.20
	200-100	29.95	10.95	35	2.08
	400-200	12.01	4.39	35	1.15
	600-400	2.97	1.09	25	0.95
	700-600	2.52	0.92	18	1.65

Table 8: Spearman rank order correlation were run in community structure of copepods among oceanographic variables: temperature (T), salinity (S), dissolved oxygen (DO) and fluorescence (F), on the seamounts in the Juan Fernández Ridge in the eastern South Pacific during September 2015, * indicates significant difference at $p < 0.05$.

Variable		N	R	H'
T	<i>R</i>	0.604	-0.215	0.218
	<i>P</i>	0.017*	0.442	0.435
S	<i>R</i>	0.107	0.442	-0.021
	<i>P</i>	0.704	0.099	0.940
DO	<i>R</i>	-0.154	-0.658	-0.175
	<i>P</i>	0.585	0.008*	0.533
F	<i>R</i>	0.611	-0.220	0.275
	<i>P</i>	0.016*	0.431	0.321



Objetivo 4: Actualizar y ampliar el registro de especies de copépodos pelágicos pertenecientes a los Montes submarinos MJF5, MJF6 y MO en la dorsal de Juan Fernández.

Capítulo 2: Primer registro de 19 especies de copépodos asociados a los montes submarinos MO, MJF5 y MJF6

Un total de las 139 especies de copépodos fueron identificadas asociados a los montes submarinos en la dorsal Juan Fernández (MO, MJF5 y MJF6). Las especies representan 5 órdenes, 31 familias y 60 géneros. Se reporta la presencia de 19 especies de copépodos pelágicos: 15 especies registradas para costa de Chile son ahora reportadas para la zona oceánica asociadas a los montes submarinos MJF5 y/o MJF6; y 4 especies registradas para la zona oceánica en el Pacífico, ahora se reportan asociadas al monte submarino MO en la zona cercana a la costa de Chile.

Esta información sobre los nuevos registros fue dividida en dos ítems:

- i. Primer registro de 15 especies de copépodos pelágicos asociados a los montes submarinos en la dorsal de Juan Fernández, en el Archipiélago de Juan Fernández.
- ii. Primer registro de 4 especies de copépodos pelágicos asociados al monte submarino O'Higgins en la dorsal de Juan Fernández, cercano a la costa de Chile (33°S).

Estos resultados están siendo preparados en dos manuscritos a ser presentados en la revista académica *Zootaxa*.

i. Primer registro de 15 especies de copépodos pelágicos asociados a los montes submarinos en la dorsal de Juan Fernández, en el Archipiélago de Juan Fernández.

SISTEMATICA

Clase HEXANAUPLIA Oakley, Wolfe, Lindgren y Zaharof, 2013

SubClase COPEPODA H. Milne Edwards, 1830

Orden CALANOIDEA Sars G. O., 1903

Familia SCOLECITRICHIDAE Giesbrecht, 1893

Amallothrix arcuata (Sars, 1920)

Amallothrix dentipes (Vervoort, 1951)

Amallothrix valida (Farran, 1908)

Pseudoamallothrix profunda (Brodsky, 1950)

Scaphocalanus farrani Park, 1982

Los organismos pertenecientes a la Familia SCOLECITRICHIDAE se caracterizan morfológicamente por presentar la cabeza y el primer segmento torácico (prosoma) siempre soldados. La anténula (A1) en la hembra consta de entre 19-23 artejos. Los dos primeros soldados; mientras el macho posee la A1 geniculada. En la antena (A2) el exopodito posee 6 artejos. Las patas son generalmente espinosas en la superficie posterior. La 5^{ta} pata esta generalmente ausente en la hembra, pero cuando se presenta, esta es simétrica, unirrámea y simple. En los machos la 5^{ta} pata es grande, asimétrica y de estructura más compleja (Vives y Shmeleva, 2010).

Según Sars, 1925, el Género *Ammallothrix* se caracteriza por presentar en su maxila (Mx) de tres sedas a cinco sedas cortas, la hembra posee una pata pequeña en relación al cuerpo, plana, simétrica y con espinas, de las cuales la interna es la más larga.

Amallothrix arcuata (Sars, 1920)

Material examinado— Hembras adultas fueron recolectadas y examinadas desde el monte submarino Juan Fernández 5 (33°43'S-79°37'W) en el estrato de los 100-0 m de profundidad. Las condiciones oceanográficas de este estrato presentaron una temperatura 11°-14°C, salinidad

34-34.2. Organismos asociados a la masa de agua Subantártica (SAAW). La especie ha sido descrita con distribución subsuperficial (Vives y Shmelva 2007) siendo reportada para ambientes en el océano Atlántico, Índico y Pacífico entre las Islas Galápagos, Perú, Chile y para el norte de Nueva Zelanda (Vives y Shmeleva, 2010; Razouls et al., 2005-2018), particularmente en zonas costeras.

Descripción de las hembras—Los organismos recolectados presentaron una longitud total del cuerpo en promedio de 2.80 mm (n=2, rango= 2.75-2.8 mm). Cuerpo robusto y frente redondeada. Prosoma y urosoma claramente diferenciados, urosoma es aproximadamente 1/3 de la longitud del prosoma. Las espinas posterolaterales del último segmento torácico son cortas y redondeadas. Ramas caudales cortas y apenas divergentes. A1 alcanzando sobre el segmento anal. 5^{ta} pata con dos artejos con el segmento distal curvado y apenas ensanchado, con tres puntas, la externa minúscula, espina interna de la pata es más robusta, la misma longitud que los segmentos distales; El diente o espina corta externa se encuentra en el lado opuesto a la espina interna (Fig. 1) (Sars, 1924; Vives y Shmeleva, 2010; Razouls et al., 2005-2018).

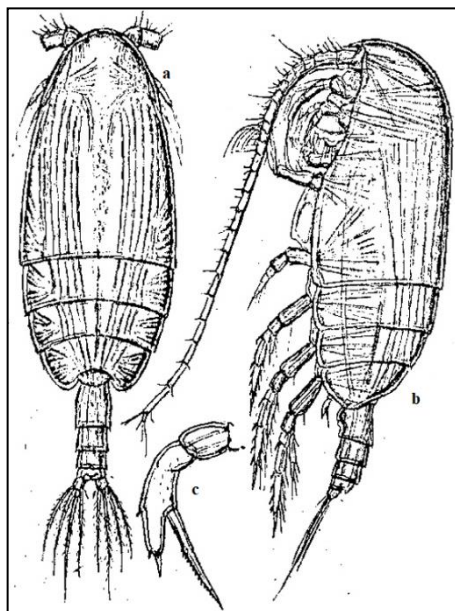


Figura 1. Modificado de Sars G.O, 1924.
Hembra: a. habitus (dorsal); b. habitus (lateral izquierdo); c. 5^{ta} pata.

Amallothrix dentipes (Vervoort, 1951)

Material examinado— Machos adultos fueron recolectados y examinados desde el monte submarino Juan Fernández 5 (33°43'S-79°37'W) en el estrato de los 600-400 m de profundidad. Las condiciones oceanográficas de este estrato presentaron una temperatura < 6°C con una

salinidad alrededor de los 34.3 asociados a la masa de agua intermedia Antártica (AAIW). La especie ha sido reportada para ambientes en el océano Atlántico sur en las costas de Brasil y Argentina, océano Índico y Pacífico sur en las costas de Chile y Australia (Vives y Shmeleva, 2010; Razouls et al., 2005-2018).

Descripción de los machos—Los organismos recolectados presentaron una longitud total del cuerpo en promedio de 2.80 mm (n=1). Cuerpo robusto y frente redondeada. Cabeza redondeada, sin cresta a diferencia de otras especies del género. El 4^{to} y 5^{to} somitos del prosoma fusionados. Rostro provisto con 2 filamentos. Urosoma de 5 segmentos; longitudes proporcionales con ramas caudales 10: 34: 20: 4: 8 = 100. Somito genital ligeramente asimétrico. Ramas caudales tan largas como anchas (Fig. 2) (Park T., 1980).

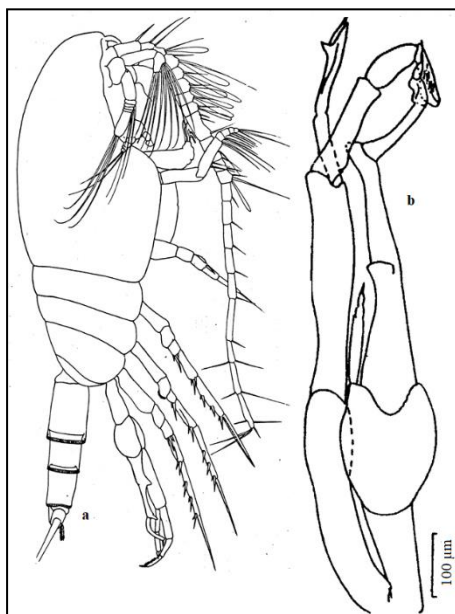


Figura 2. Modificado de Vercoort, 1957 y Bradford, 1971.

Macho: a. habitus (lateral); b. 5^{ta} pata.

Amallothrix valida (Farran, 1908)

Material examinado— Hembras y machos adultos fueron recolectados y examinados desde el monte submarino Juan Fernández 5 (33°43'S-79°37'W) en el estrato de los 600-400 m de profundidad. Las condiciones oceanográficas de este estrato presentaron una temperatura < 6°C con una salinidad alrededor de los 34.3 asociados a la masa de agua intermedia Antártica (AAIW). La especie ha sido reportada para ambientes como el Mediterráneo occidental, océanos Índico, Antártico y Subantártico, Atlántico norte, Pacífico norte por las zonas costeras

occidental y Pacífico sur oriental, en la costa de Chile (Vives y Shmeleva, 2010; Razouls et al., 2005-2018).

Descripción de las hembras—Los organismos recolectados presentaron una longitud total del cuerpo en promedio de 4.1 mm (n=3, rango= 4.01-4.29 mm). Prosoma alrededor de 3.11-3.16 veces la longitud del urosoma. Esquinas posterolaterales del último segmento torácico redondeadas, pero ligeramente producidas en la esquina posterior. Ramas caudales 1.2 veces más largas que anchas. A1 provisto de 23 segmentos en el lado izquierdo; 22 segmentado en el lado derecho y se extienden hasta la mitad del segundo segmento abdominal. 5ta pata según lo descrito y figurado por Farran (1908). La espina marginal interna surge desde aproximadamente la mitad del segmento distal. La espina está aserrada de manera bastante gruesa en el margen anterior y los dientes están dispuestos en una línea ligeramente retorcida (Fig.3) (Tanaka O., 1962).

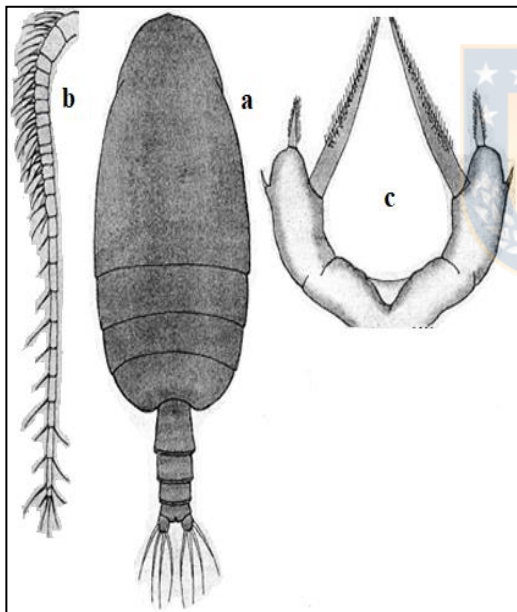


Figura 3. Modificado de Scott A., 1909.

Hembra: a. habitus (dorsal); b. A1; c. 5^{ta} pata.

Descripción de los machos—Los organismos recolectados presentaron una longitud total del cuerpo en promedio de 4.89 mm (n=2, rango= 4.88-4.9 mm). Prosoma alrededor de 2.22 veces la longitud del urosoma. Segmentos abdominales del 2^{do} al 4^{to} con setulas con dientes finos en el margen distal. Ramas caudales divergentes. A1 provista de 20 segmentos en el lado derecho, se extiende hacia el extremo del cefalotórax. 5^{ta} pata se asemeja a la de *Amallothrix gracilis* Sars, 1925, pero mucho más corta, que se remonta a la mitad del tercer segmento abdominal. Endopodo de la pata derecha, corto y provisto de una pequeña espina en el ápice; El exopodo y

el endopodo de la pata izquierda son subiguales en longitudes; segmento terminal de exopodo equipado con una pequeña espina en el ápice y pelos en forma de peine en el margen interno. Segmento distal del exopodo de la pata derecha en forma de lanceta (Fig.4) (Tanaka O., 1962).

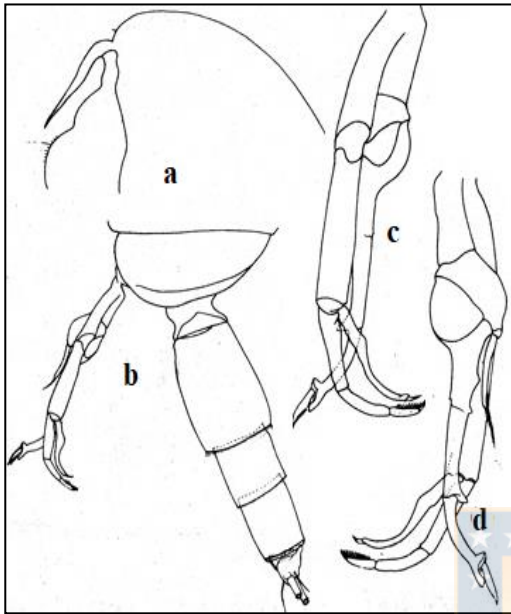


Figura 4. Modificado de Park T., 1980.

Macho: a. Cabeza y rostro (lateral); b. Último segmento torácico con la 5^{ta} pata y el urosoma (lateral izquierdo); c. 5^{ta} pata posterior; d. 5^{ta} para lado derecho.

Pseudoamallothrix profunda (Brodsky, 1950)

Material examinado—Hembras adultas fueron recolectadas y examinadas desde el monte submarino Juan Fernández 5 (33°43'S-79°37'W) en los estratos de 200-100 m y 400-200 m de profundidad. Las condiciones oceanográficas de este estrato presentaron una temperatura 11°-14°C, salinidad 34-34.2. Organismos asociados a la masa de agua Subantártica (SAAW). La especie cosmopolita ha sido reportada para ambientes como el océano Índico, Atlántico norte y costas de Brasil y Argentina; Mediterráneo, Subantártico y Pacífico asociado a las costas de Japón, Tailandia, Australia y Chile (Vives y Shmeleva, 2010; Razouls et al., 2005-2018).

Descripción de las hembras—Los organismos recolectados presentaron una longitud total del cuerpo en promedio de 2.00 mm (n=6, rango= 1.8-2.1 mm). Prosoma 4.37 veces la longitud del urosoma. El rostro se atenúa gradualmente en filamentos delgados. Los segmentos abdominales y ramas caudales presentan longitudes proporcionales 43: 19: 17: 2: 19 = 100. Rama caudal 1.6

veces más largas que anchas. A1 posee 21 segmentos. 5ta pata de un segmento, tipo placa con dos espinas, una marginal interna muy fuerte (Fig. 5) (Tanaka O., 1962).

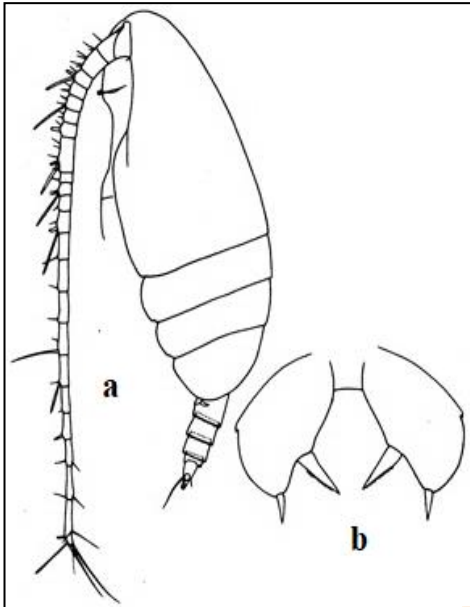


Figura 5. Modificado Park T., 1980

Hembra: a. habitus (lateral izquierdo); b. 5^{ta} pata posterior.

Scaphocalanus farrani Park, 1982

Material examinado— Hembras adultas fueron recolectadas y examinadas desde el monte submarino Juan Fernández 5 (33°43'S-79°37'W) en el estrato de los 600-400 m de profundidad. Las condiciones oceanográficas de este estrato presentaron una temperatura registrada $< 6^{\circ}\text{C}$ con una salinidad alrededor de los 34.3 asociados a la masa de agua intermedia Antártica (AAIW). La especie ha sido reportada para ambientes como el océano Índico, Antártico, Subantártico y Pacífico sur oriental asociado a la costa de Chile (Vives y Shmeleva, 2010; Razouls et al., 2005-2018).

Descripción de las hembras—Los organismos recolectados presentaron una longitud total del cuerpo en promedio de 2.77 mm (n=1). Último segmento torácico con esquina lateral redondeada obtusamente en vista lateral. Rostro con una base inflada a la que se unen setas bastante largas. Ramas caudales 2 veces más largas que anchas, los primeros 3 segmentos están bordeados con dientes finos en el margen distal. A1 posee 22 segmentados (segmentos 8-9-10 fusionados, 24-25 fusionados; el primer segmento provisto con una fila de espinas dorsales diminutas en el margen distal posterior, segmentos 8, 12, 14 y 18, cada uno con 2 setas,

segmento 10 con una seta distal). En la 5^{ta} pata el segmento distal de 2 segmentos posee 3 espinas, la espina marginal interna aproximadamente 1.5 veces más larga que la espina apical y denticulada en el margen externo distal (número de dientes aproximadamente 17); espina terminal aproximadamente tan larga como el propio segmento; la espina marginal externa surge opuesta a la espina marginal interna y divide el margen exterior del segmento en las proporciones 3: 1 (Fig. 6) (Vervoort, 1957).

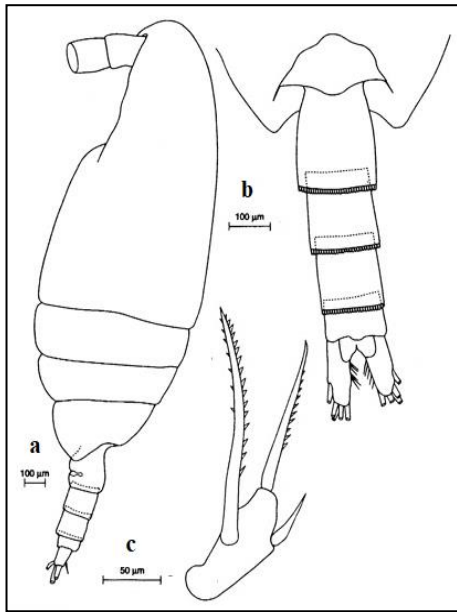


Figura 6. Modificado de Mazzocchi G. et al., 2012.
Hembra: a. habitus (lateral izquierdo); b. Urosoma (dorsal); c. 5^{ta} pata.

SISTEMATICA

Clase HEXANAUPLIA Oakley, Wolfe, Lindgren y Zaharof, 2013

SubClase COPEPODA H. Milne Edwards, 1830

Orden CALANOIDEA Sars G. O., 1903

Familia CANDACIIDAE Giesbrecht, 1893

Candacia cheirura Cleve, 1904

Material examinado—Hembras y machos adultos fueron recolectados y examinados desde el monte submarino Juan Fernández 6 (34°09'S-80°33'W) en el estrato de los 200-100 m, 620-400 m, de profundidad. Las condiciones oceanográficas en el estrato superficial presentaron una temperatura entre 11°-14°C, una salinidad entre 34-34.2 en presencia de la masa de agua

Subantártica (SAAW) y para el estrato de profundidad entre los 625-400 m la temperatura < 6°C con una salinidad alrededor de los 34.3 asociados a la masa de agua intermedia Antártica (AAIW). Siendo reportada para el hemisferio sur, en aguas de los océanos Subantártico, Atlántico, Índico y Pacífico para las zonas más costeras (Vives y Shmeleva, 2010; Razouls et al., 2005-2019). Este registro es el primero en localizar en la zona oceánica del Pacífico sur oriental y a profundidades por debajo de los 100 m.

Descripción de las hembras—La Familia CANDACIIDAE se caracteriza por presentar su cabeza en forma cuadrangular en su parte anterior y rostro atrofiado. Los organismos recolectados presentaron una longitud total del cuerpo en promedio de 2.8 mm (n=4, rango= 2.5-2.9 mm). Cuerpo robusto y frente redondeada. Prosoma y urosoma claramente diferenciados; esquinas posteriores del prosoma puntiagudas. En el urosoma las setas caudales con parte proximal ancha. 3^{ra} pata con exopodito de 3 segmentos y espina terminal girada hacia afuera en su vértice y tan larga como un tercio del segmento. 5^{ta} pata con el segmento final provisto de tres cuernos laterales hacia afuera y dos terminales (Fig. 7) (Bradford-Grieve J.M., 1999).

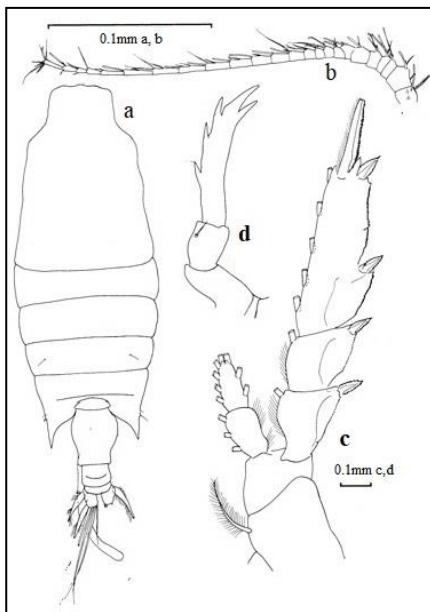


Figura 7. Modificado Bradford-Grieve J.M, 1999.

Hembra: a. habitus (lateral izquierdo); b. A1; c. 3^{ra} pata; d. 5^{ta} pata.

Descripción de los machos—Los organismos recolectados presentaron una longitud total del cuerpo en promedio de 2.75 mm (n=2, rango= 2.7-2.8 mm). En la vista dorsal, el extremo distal en el lado derecho del segmento genital termina en el punto. La A1 derecha posee los segmentos

2 y 3 separados, los somitos 18-20 modificado, aserrado hacia el interior. La esquina posterior izquierda del prosoma puntiaguda. Segmento anal con una proyección en punta hacia la derecha. En el prosoma el quinto segmento distal izquierdo más largo que el penúltimo segmento, 5^{ta} pata muy modificada, asimétrica (Fig. 8) (Bradford-Grieve J.M., 1999).

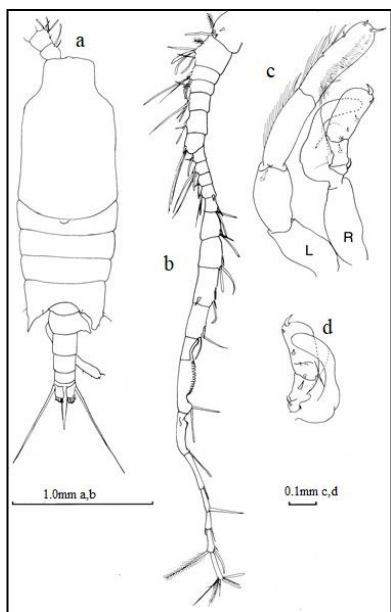


Figura 8. Modificado Bradford-Grieve J.M, 1999.

Macho: a. habitus (dorsal); b. A1; c. 5^{ta} pata; d. parte terminal de la 5^{ta} pata derecha.

SISTEMATICA

Clase HEXANAUPLIA Oakley, Wolfe, Lindgren y Zaharof, 2013

SubClase COPEPODA H. Milne Edwards, 1830

Orden CALANOIDEA Sars G. O., 1903

Familia CLAUSOCALANIDAE Giesbrecht, 1893

Clausocalanus ingens Frost y Fleminger, 1968

Drepanopus forcipatus Giesbrecht, 1888

Los organismos pertenecientes a la Familia CLAUSOCALANIDAE se caracterizan por ser copépodos con la cabeza y el primer segmento torácico (Prosoma) fusionados. El urosoma en la hembra consta de cuatro segmentos, mientras que el de macho posee cinco. La A1 presenta algunos artejos fusionados, dependiendo de la especie. La A2 presenta el exopodito igual o

mayor que en endopodito. Para la 1^{ra} pata, el tercer artejo del exopodito está provisto de tres sedas y el segundo posee cuatro sedas (Vives y Shmeleva, 2010).

Clausocalanus ingens Frost y Fleminger, 1968

Material examinado—Hembras adultas fueron recolectadas y examinadas desde el monte submarino Juan Fernández 6 (34°09'S-80°33'W 34°17'S-80°09'W) en tres estratos: 100-0 m, 400-200 m y 600- 400 m de profundidad. Las condiciones oceanográficas en el estrato superficial presentaron un temperatura 11°-14°C, salinidad 34-34.2 en presencia de la masa de agua Subantártica (SAAW), en el estrato de los 400-200 m la temperatura fue poco >8°C y la salinidad 34.4 asociadas a la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (ESSW) y para el estrato de profundidad entre los 600-400 m la temperatura registrada es < 6°C con una salinidad alrededor de los 34.3 asociados a la masa de agua intermedia Antártica (AAIW). La presencia de especie ha sido reportada en aguas Subantárticas, Mediterráneo, y Pacífico sur en las costas de Chile (Vives y Shmeleva, 2010; Razouls et al., 2005-2019).

Descripción de las hembras—Género *Clausocalanus* se caracteriza por presentar cabeza y segmentos torácicos, así como los segmentos cuatro y cinco, soldados. Rostro con dos puntas. Prosoma y urosoma claramente diferenciados. Las anténulas alcanzan generalmente la mitad del urosoma. Exopoditos de las patas desde la 1^{ra} a la 4^{ta} con 3 artejos. Los organismos recolectados presentaron una longitud total del cuerpo en promedio de 1.83 mm (n=77, rango= 1.43-1.9 mm). Cuerpo robusto y frente redondeada. La anchura de la base, el número de espinas presentes y su distribución en segmento 2 del basipodito de las patas 2^{da} a la 4^{ta}, respectivamente. Basipodito 2 de la 3^{ra}, con 3 espinas sobresalientes, una en posición lateral interior (Fig. 9) (Vives y Shmeleva, 2010; Frost B.W y Fleminger A., 1968).

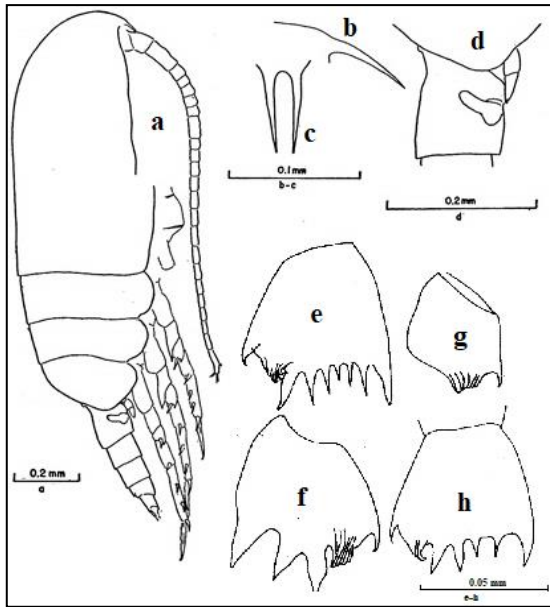


Figura 9. Modificado de Frost B.W y Fleminger A., 1968; Ramirez F.C., 1069.

Hembra: a. habitus (dorsal); b. Región frontal (lateral derecho); c. rostro; d. Último segmento del prosoma con 5^{ta} pata y espermatóforo (lateral derecho); e. Basipodito de la 1^{ra} pata; f. Basipodito de la 2^{da} pata; g. Basipodito de la 3^{ra} pata; h. Basipodito de la 4^{ta} pata.

Drepanopus forcipatus Giesbrecht, 1888

Material examinado—Hembras adultas fueron recolectadas y examinadas desde el monte submarino Juan Fernández 5 (33°43'S-79°37'W) en el estrato de los 700-600 m de profundidad. Las condiciones oceanográficas de este estrato presentaron una temperatura registrada < 6°C con una salinidad alrededor de los 34.3 asociados a la masa de agua intermedia Antártica (AAIW). La presencia de especie ha sido en la costa del océano atlántico sur para Brasil y Argentina, océano Antártico y SubAntártico y para el Pacífico sur oriental en las costas de Chile (Vives y Shmeleva, 2010; Razouls et al., 2005-2018).

Descripción de las hembras—Los organismos recolectados presentaron una longitud total del cuerpo en promedio de 2.68 mm (n=4, rango= 2.56-2.8 mm). 5^{ta}pata con base bulbosa, espina terminal doblada distalmente y adornada con 30 o más dientes pequeños (Fig. 10) (Hülsemann K., 1985).

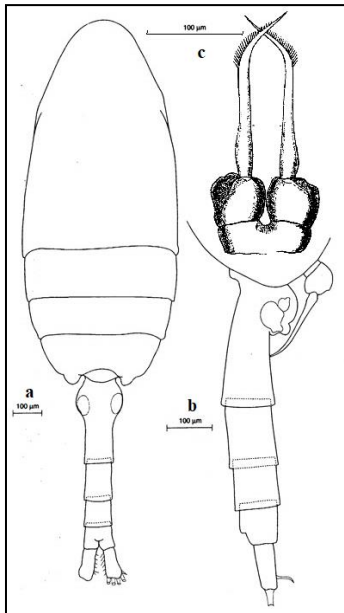


Figura 10. Modificado de Giesbrecht W., 1892 y Mazzocchi G. et al.; 2012.

Hembra: a. habitus (dorsal); b. Urosoma (lateral derecho); c. 5^{ta} pata (superficie posterior).

SISTEMATICA

Clase HEXANAUPLIA Oakley, Wolfe, Lindgren y Zaharof, 2013

SubClase COPEPODA H. Milne Edwards, 1830

Orden CALANOIDEA Sars G. O., 1903

Familia CENTROPAGIDAE Giesbrecht, 1893

Centropages brachiatus (Dana, 1849)

Material examinado—Machos adultos fueron recolectados y examinados desde el monte submarino Juan Fernández 5 (33°43'S-79°37'W) en el estrato de los 700-600 m de profundidad. Las condiciones oceanográficas de este estrato presentaron una temperatura < 6°C con una salinidad alrededor de los 34.3 asociados a la masa de agua intermedia Antártica (AAIW). La presencia de especie ha sido en el océano Atlántico sur y central, Mediterráneo, Antártico y SubAntártico y para el Pacífico tropical y Pacífico sur oriental en las costas de Chile (Vives y Shmeleva, 2010; Razouls et al., 2005-2018).

Descripción del macho—Los organismos recolectados presentaron una longitud total del cuerpo en promedio 2.86 mm (n=1). Prosoma y urosoma claramente diferenciados. Urosoma posee de 4 a 5 segmentos. A1 con 24 a 25 segmentos, fuertemente geniculada a la derecha. A2 con al

menos 5 segmentos al exopodito. 1^{ra} a 4^{ta} pata con exopodito triarticulado; 2^{da} a 4^{ta} pata con endopodito biarticulado. 5^{ta} pata derecha birramosa; endopodo de 3 segmentos; exopodo 1-3 segmentado, altamente modificado en órgano de agarre. 5^{ta} pata izquierda birramosa; endopodo de 3 segmentos; exopodo de 2 segmentos, similar a otras piernas (Fig. 11) (Razouls et al., 2005-2018).

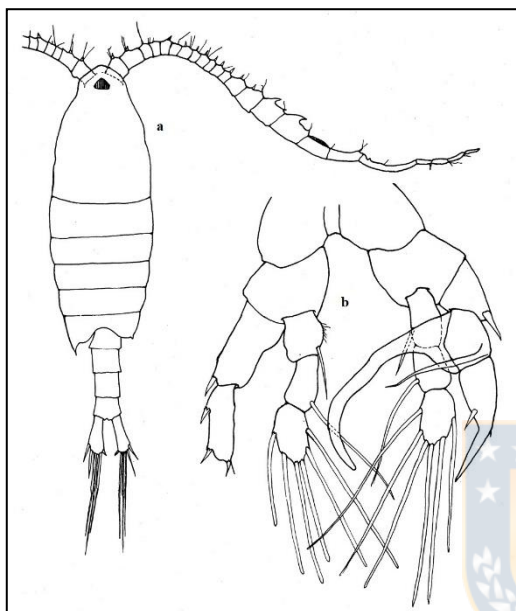


Figura 11. Modificado de Tanaka O. 1964.

Macho: a. habitus (dorsal); b. 5^{ta} pata (superficie posterior).

SISTEMATICA

Clase HEXANAUPLIA Oakley, Wolfe, Lindgren y Zaharof, 2013

SubClase COPEPODA H. Milne Edwards, 1830

Orden CALANOIDEA Sars G. O., 1903

Familia AETIDEIDAE Giesbrecht, 1892

Euchirella similis Wolfenden, 1911

Material examinado—Hembras adultas fueron recolectadas y examinadas desde el monte submarino Juan Fernández 5 (33°43'S-79°37'W) en el estrato de los 200-100 m, 400-200 m y 700- 600 m de profundidad. Las condiciones oceanográficas en el estrato superficial presentaron un temperatura 11°-14°C, salinidad 34-34.2 en presencia de la masa de agua SubAntártica (SAAW), en el estrato de los 400-200 m la temperatura fue poco >8°C y la

salinidad 34,4 asociadas a la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (ESSW) y para el estrato de profundidad entre los 700-600m la temperatura $< 6^{\circ}\text{C}$ con una salinidad alrededor de los 34.3 asociados a la masa de agua intermedia Antártica (AAIW). La presencia de especie ha sido en el océano Atlántico sur y central, SubAntártico y para el Pacífico tropical y Pacífico sur oriental en las costas de Nueva Zelanda y Chile (Vives y Shmeleva, 2010; Razouls et al., 2005-2018).

Descripción de hembra—Los organismos recolectados presentaron una longitud total del cuerpo en promedio 5.0 mm (n=9, rango= 4.8-5.1 mm). Prosoma y urosoma diferenciados. Prosoma aproximadamente 4 veces más largo que el urosoma. Rostro pequeño y cresta ausente. Segmento genital asimétrico con una gran proyección "tipo oreja" a la derecha. Al llegando al 4^{to} segmento del prosoma (Fig. 12) (Andronov V.N., 2014).

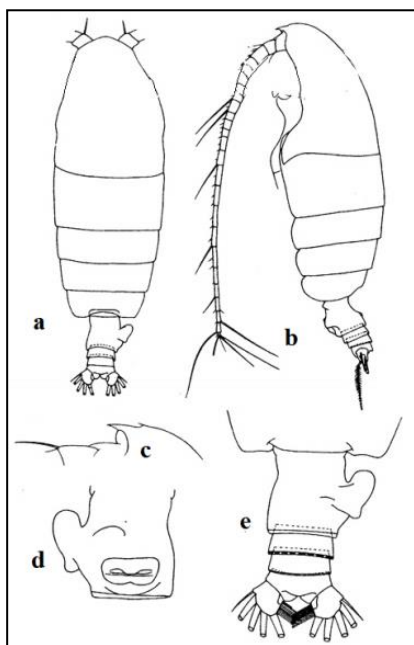


Figura 12. Modificado de Park T., 1979. Hembra: a. habitus (dorsal); b. habitus (lateral); c. Rostro (lateral); d. Segmento genital (ventral); e. Prosoma y urosoma (dorsal).

SISTEMATICA

Clase HEXANAUPLIA Oakley, Wolfe, Lindgren y Zaharof, 2013

SubClase COPEPODA H. Milne Edwards, 1830

Orden CALANOIDEA Sars G. O., 1903

Familia HETERORHABDIDAE Sars G.O., 1902

Heterorhabdus abyssalis (Giesbrecht, 1889)

Heterostylites major (Dahl F., 1894)

Los copépodos pertenecientes a la Familia HETERORHABDIDAE se caracterizan por poseer un cuerpo generalmente traslucido. La cabeza y el primer segmento torácico están separados. El rostro presenta dos filamentos. La A1 de la hembra es muy larga de 25 artejos; el macho la presenta geniculada a la izquierda. La A2 se caracteriza por estar conformada por dos ramas desiguales. Las patas poseen tres artejos en las dos ramas. Para la 5^{ta} pata birrámea es similar a las precedentes (Vives y Shmeleva, 2010).

Heterorhabdus abyssalis (Giesbrecht, 1889)

Material examinado—Machos adultos fueron recolectados y examinados desde el monte submarino Juan Fernández 5 (33°43'S-79°37'W) en el estrato de los 200-100 m, 400-200 m y 600- 400 m de profundidad y Juan Fernández 6 (34°09'S-80°33'W) en el estrato de los 400-200m. Las condiciones oceanográficas en el estrato superficial presentaron un temperatura 11°-14°C, salinidad 34-34.2 en presencia de la masa de agua Subantártica (SAAW), en el estrato de los 400-200 m la temperatura fue poco >8°C y la salinidad 34.4 asociadas a la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (ESSW) y para el estrato de profundidad entre los 700-600m la temperatura registrada es < 6°C con una salinidad alrededor de los 34.3 asociados a la masa de agua intermedia Antártica (AAIW). La presencia de especie cosmopolita ha sido en el océano Atlántico, Índico, Subantártico, Antártico y para el Pacífico en su totalidad siempre asociado a las costas (Vives y Shmeleva, 2010; Razouls et al., 2005-2018).

Descripción de macho—Los organismos recolectados presentaron una longitud total del cuerpo en promedio 3.36 mm (n=11, rango= 3.2-3.4 mm). Prosoma y urosoma claramente diferenciados. Prosoma es 2.6 veces la longitud del urosoma. A1 izquierda geniculada. 5^{ta} pata diferente a las otras, con un lóbulo interno basal derecho que se extiende inicialmente y se estrecha gradualmente, luego se recurva ampliamente en el margen lateral profundamente plegado, provisto de una banda de setulas a lo largo de todo el margen medial y con una espina terminal. 5^{ta} pata izquierda posee una base con margen medial fuertemente arqueado, de la cual

la mitad distal bordea con una sola banda de setulas. Junto con el proceso espiniforme distal, tercer segmento 69% mientras exoópodo entero (Fig. 13) (Park T., 2000).

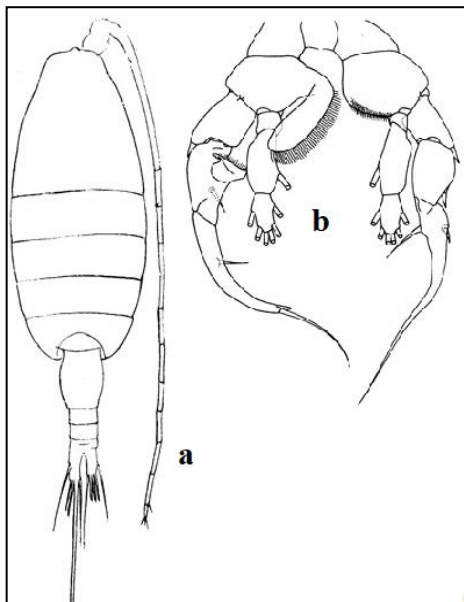


Figura 13. Modificado de Park T., 2000.

Macho: a. habitus (dorsal); b. 5^{ta} pata.

Heterostylites major (Dahl F., 1894)

Material examinado—Hembras adultas fueron recolectadas y examinadas desde el monte submarino Juan Fernández 5 (33°43'S-79°37'W) en el estrato de los 200-100 m, 400-200 m y 600- 400 m de profundidad y Juan Fernández 6 (34°09'S-80°33'W) en el estrato de los 400-200m. Las condiciones oceanográficas en el estrato superficial presentaron un temperatura 11°-14°C, salinidad 34-34.2 en presencia de la masa de agua Subantártica (SAAW), en el estrato de los 400-200 m la temperatura fue poco >8°C y la salinidad 34.4 asociadas a la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (ESSW) y para el estrato de profundidad entre los 700-600m la temperatura registrada es < 6°C con una salinidad alrededor de los 34.3 asociados a la masa de agua intermedia Antártica (AAIW). La presencia de especie cosmopolita ha sido en el océano Atlántico, Índico, Subantártico, Antártico y para el Pacífico en su totalidad siempre asociado a las costas (Vives y Shmeleva, 2010; Razouls et al., 2005-2018).

Descripción de la hembra—Los organismos recolectados presentaron una longitud total del cuerpo en promedio 5.63 mm (n=9, rango= 5.56-5.69 mm). Prosoma y urosoma claramente diferenciados. A1 muy larga, se extiende más allá de cuerpo del organismo por 6 segmentos. 5^{ta}

pata izquierda posee una base con margen medial fuertemente arqueado, de la cual la mitad distal bordea con una sola banda de setulas. (Fig. 14) (Sars, 1924; Razouls et al., 2005-2018).

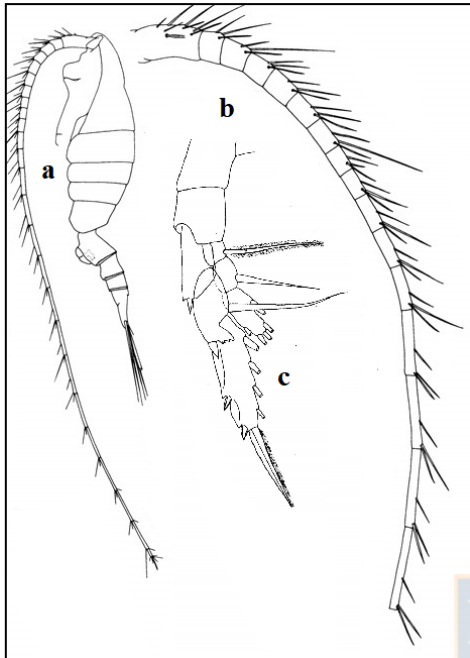


Figura 14. Modificado de Park T., 2000.

Macho: a. habitus (lado izquierdo); b. A1 somitos del 1-16; c. 5^{ta} pata.

SISTEMATICA

Clase HEXANAUPLIA Oakley, Wolfe, Lindgren y Zaharof, 2013

SubClase COPEPODA H. Milne Edwards, 1830

Orden CALANOIDEA Sars G. O., 1903

Familia METRIDINIDAE Sars G.O., 1902

Metridia brevicauda Giesbrecht, 1889

Material examinado—Hembras adultas fueron recolectadas y examinadas desde el monte submarino Juan Fernández 5 (33°43'S-79°37'W) en el estrato de los 400-200 m, 600- 400 m y 700-600 m de profundidad y Juan Fernández 6 (34°09'S-80°33'W) en el estrato de los 600-400m. Las condiciones oceanográficas en el estrato de los 400-200 m la temperatura fue poco >8°C y la salinidad 34.4 asociadas a la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (ESSW) y para el estrato de profundidad entre los 600- 400 m y 700-600m la temperatura registrada es < 6°C con una salinidad alrededor de los 34.3 asociados a la masa de agua intermedia Antártica (AAIW). La presencia de especie cosmopolita ha sido en el océano Atlántico, Índico,

SubAntártico, Antártico y para el Pacífico en su totalidad siempre asociado a las costas (Vives y Shmeleva, 2010; Razouls et al., 2005-2018).

Descripción de la hembra—Los organismos recolectados presentaron una longitud total del cuerpo en promedio 2.2 mm (n=26, rango= 2.07- 2.25 mm). Cuerpo oval, con agudizamiento en el rostro. Prosoma y urosoma claramente diferenciados. Segmento genital más pequeño que los dos siguientes, la furca es tan larga como el segmento anal; ramas dos veces más anchas que largas. A1 llega hasta el final del prosoma. 5^{ta} pata posee 3 artejos, simétrico con 2 largas setas terminales y sin espinas externas. Borde del último segmento torácico redondeado (Fig. 15) (Arcos D.F, 1976; Vives y Shmeleva, 2010).

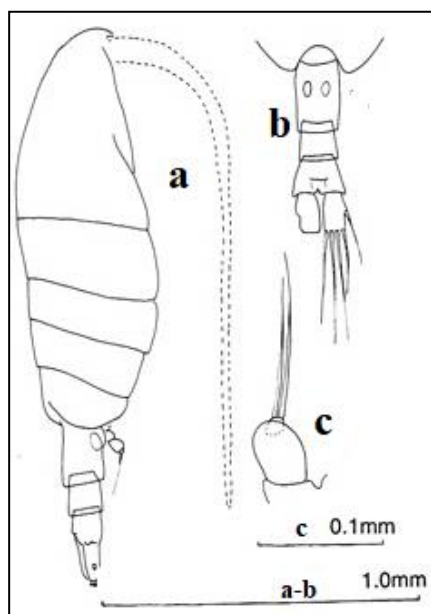


Figura 15. Modificado de Bradford-Grieve J.M., 1999.

Hembra: a. habitus (lateral derecho); b. Urosoma (dorsal); c. 5^{ta} pata.

SISTEMATICA

Clase HEXANAUPLIA Oakley, Wolfe, Lindgren y Zaharof, 2013

SubClase COPEPODA H. Milne Edwards, 1830

Orden CALANOIDEA Sars G. O., 1903

Familia NULLOSETIGERIDAE Soh, Ohtsuka, Imabayashi y Suh, 1999

Nullosetigera integer (Esterly, 1911)

Material examinado—Machos adultos fueron recolectados y examinados desde el monte submarino Juan Fernández 6 (34°09'S-80°33'W) en el estrato de los 600-400 m. Las condiciones oceanográficas en el estrato de 600- 400 m, la temperatura registrada es < 6°C con una salinidad alrededor de los 34.3 asociados a la masa de agua intermedia Antártica (AAIW). La presencia de especie ha sido en el océano Pacífico asociado a las costas de California y Chile (Vives y Shmeleva, 2010; Razouls et al., 2005-2018).

Descripción del Macho—Los organismos recolectados presentaron una longitud total del cuerpo en promedio 3.4 mm (n=4, rango= 3.38- 3.41 mm). Prosoma y urosoma claramente diferenciados. 5^{ta} pata asimétrica; pata derecha uniramosa con 5 segmentos: coxa más exopodo de 3 segmentos, 2^{do} y 3^{er} segmento exopodal aplanados y fusionados de forma incompleta; pata izquierda biramosa, con endopodo no segmentado y aplanado y exopodo de 3 segmentos, 1^{er} segmento exopodal delgado con espina exterior, segundo robusto y producido en el proceso distal espinoso, tercer segmento que forma una espina móvil movible delgada (Fig. 16) (Esterly C.O, 1911).

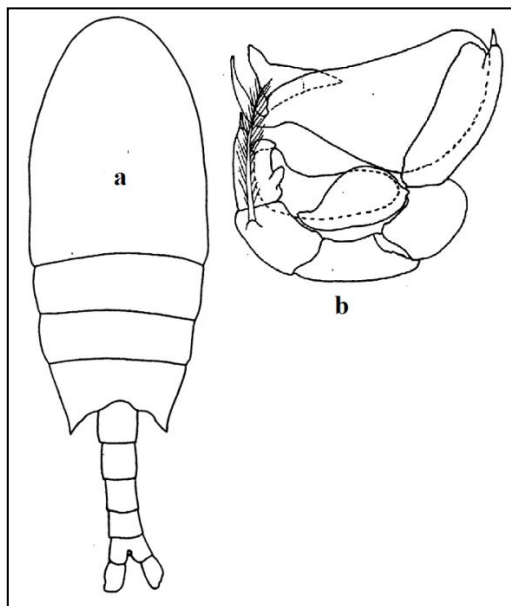


Figura 16. Modificado de Esterly C.O, 1911.

Macho: a. habitus (dorsal); b. 5^{ta} pata.

SISTEMATICA

Clase HEXANAUPLIA Oakley, Wolfe, Lindgren y Zaharof, 2013

SubClase COPEPODA H. Milne Edwards, 1830

Orden CYCLOPOIDA Burmeister, 1834

Familia OITHONIDAE Dana, 1853

Oithona brevicornis Giesbrecht, 1891

Material examinado—Hembras adultas fueron recolectadas y examinadas desde el monte submarino Juan Fernández 5 (33°44'S-79°30'W, 33°43'S-79°37'W) en tres estratos: 100-0 m, 200-100 m, 400-200 m y 600- 400 m de profundidad. Las condiciones oceanográficas en el estratos 100-0 m, 200-100 m presentaron un temperatura 11°-14°C, salinidad 34-34.2 en presencia de la masa de agua Subantártica (SAAW), en el estrato de los 400-200 m la temperatura fue poco >8°C y la salinidad 34,4 asociadas a la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (ESSW) y para el estrato de profundidad entre los 600-400 m la temperatura registrada es < 6°C con una salinidad alrededor de los 34.3 asociados a la masa de agua intermedia Antártica (AAIW). La presencia de especie ha sido reportada en el Océano Atlántico, Índico, Mar Mediterráneo y en el Océano Pacífico Norte en las zonas costeras de Japón, China y Tailandia, en el Pacífico Sur en las costas de Chile (Vives y Shmeleva, 2010; Razouls et al., 2005-2018).

Descripción de las hembras—Género *Oithona* se caracteriza por presentar un prosoma oval, posee cinco segmentos y es entre 0.79 – 1.90 veces más largo que el urosoma. Los ángulos posteriores del 4^{to} segmento torácico son redondeados. Segmento anal más ancho que largo. Posee anténulas delgadas y antenas unirrámeas. Los organismos recolectados presentaron una longitud total del cuerpo en promedio 0.60 mm (n=310, rango= 0.45-0.7 mm). Cuerpo anterior más largo que el posterior. Cabeza con rostro redondeado, borde de la rama caudal recta y dentada. A1 alcanza el margen de posterior del segmento torácico 3 o 2. Los endopoditos de las patas 1^{ra} a 4^{ta} con 3 artejos. 3^{er} artejo del exopodito de la pata cuatro, con 1 ó 2 espinas en el borde externo. La quinta pata con 1 seta basal desnuda y doblada, hacia arriba; hay 1 seta gruesa terminal, esta última alcanza el margen posterior de los segmentos abdominales 1-2 y está ciliada (Fig. 17) (Ferrari F. D., 1981).

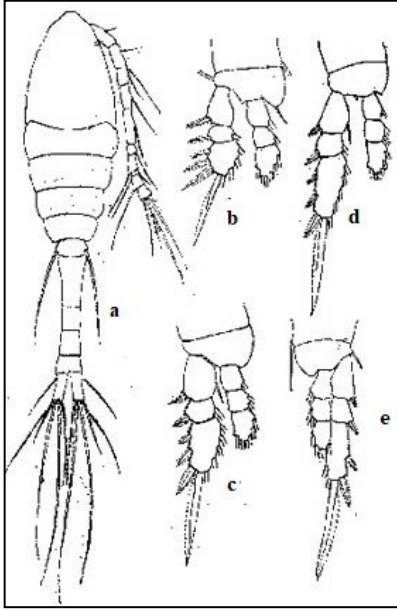


Figura 17. Modificado de Ferrari F. D., 1981.

Hembra: a. habitus (dorsal); b. 1^{ra} pata; c. 2^{da} pata; d. 3^{ra} pata; e. 4^{ta} pata.



ii. Primer registro de 4 especies de copépodos pelágicos asociados al monte submarino O'Higgins en la dorsal de Juan Fernández, cercano a la costa de Chile (33°S).

Las condiciones oceanográficas para el submarino Monte O'Higgins (32° 54' S; 73° 34'W) en el estrato de 100-0 m, registró temperatura ~13°C, salinidad alrededor de los 34,27 asociados a la masa de agua Subantártica (SAAW). Los estratos de 200-100 m y 400-200 m la temperatura fue ~10°C y la salinidad 34,5 y el oxígeno disuelto disponible fue <1ml L⁻¹ asociadas a la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (ESSW) en presencia de una Zona Mínima de Oxígeno. Para el estrato de 600- 400 m, la temperatura registrada es < 6°C con una salinidad alrededor de los 34.3 asociados a la masa de agua intermedia Antártica (AAIW).

SISTEMATICA

Clase HEXANAUPLIA Oakley, Wolfe, Lindgren y Zaharof, 2013

SubClase COPEPODA H. Milne Edwards, 1830

Orden CALANOIDEA Sars G. O., 1903

Familia HETERORHABDIDAE Sars G.O., 1902

Heterorhabdus clausi (Giesbrecht, 1889)



Material examinado—Hembras y machos adultos fueron recolectados y examinados desde el monte submarino Monte O'Higgins (32° 54' S; 73° 34'W) en los estratos de los 100-0 m (SAAW), 200-100 m (ESSW), 400-200 m (ESSW), 600-400m y 700-600 m de profundidad (AAIW). La presencia de especie ha sido en el océano Atlántico, Índico, Subantártico, Mediterráneo; para el océano Pacífico ha sido registrada en casi su totalidad, exceptuando las costas de Chile (Vives y Shmeleva, 2010; Razouls et al., 2005-2018).

Descripción de la hembra—Los organismos recolectadas presentaron una longitud total del cuerpo en promedio 2.56 mm (n=2, rango= 2.55-2.56 mm). Prosoma y urosoma claramente diferenciados. Las hembras de esta especie se diferencian de otros de su género por la forma del somito genital presenta una proyección. Lateralmente, somito genital sin crecimiento tubercular

posterior en el margen dorsal. Lateralmente, el opérculo genital está muy lejos de alcanzar el extremo posterior del somito (Fig. 18) (Park T., 2000).

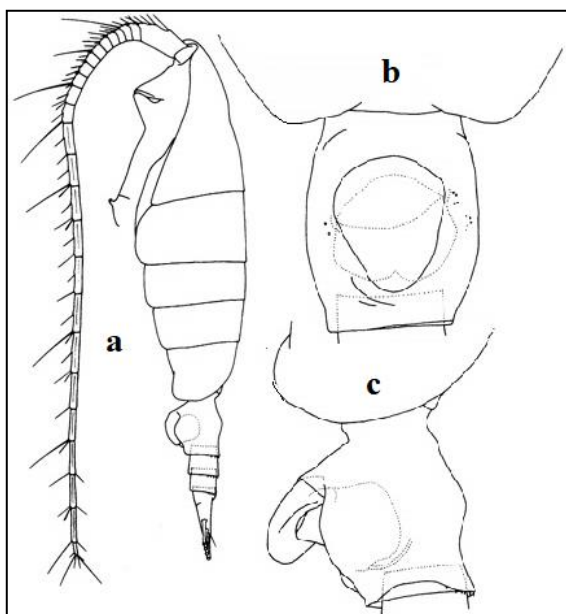


Figura 18. Modificado de Park T., 2000.

Hembra: a. habitus (lado izquierdo); b,c. Urosoma (vista dorsal e izquierda, respectivamente).

Descripción del macho—Los organismos recolectados presentaron una longitud total del cuerpo en promedio 2.48 mm (n=1). Prosoma y urosoma claramente diferenciados. Los machos de esta especie se diferencian de otros de su género por la forma de la 5^{ta} pata donde el segundo segmento basal derecho presenta un largo proceso lamelar, el segundo segmento del exopodo con una proyección más corta en el borde interno y el tercero relativamente más largo (especialmente en la 5^{ta} pata izquierda) (Fig. 19) (Giesbrecht W., 1893).

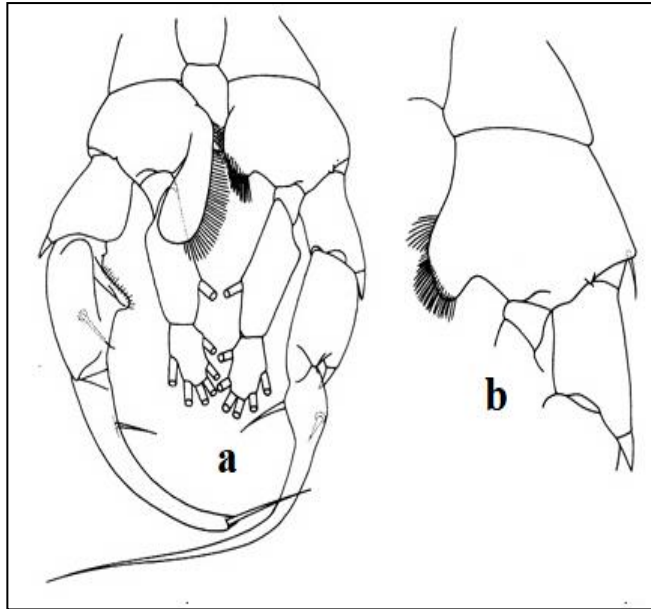


Figura 19. Modificado de Park T., 2000.
Macho: a. 5^{ta} pata; b. Basidopodito de la 5^{ta} pata.

SISTEMATICA

Clase HEXANAUPLIA Oakley, Wolfe, Lindgren y Zaharof, 2013

SubClase COPEPODA H. Milne Edwards, 1830

Orden CYCLOPOIDA Burmeister, 1834

Familia ONCAEIDAE Giesbrecht, 1893

Conaea rapax Giesbrecht, 1891

Material examinado—Hembras adultas fueron recolectadas y examinadas desde el monte submarino Monte O'Higgins (32° 54' S; 73° 34' W) en los estratos de los 100-0 m (SAAW), 200-100 m (ESSW), 400-200 m (ESSW), 600-400 m y 700-600 m de profundidad (AAIW). La presencia de especie ha sido en el océano Atlántico, Índico, SubAntártico, Antártico, Mediterráneo; para el océano Pacífico ha sido registrada en casi su totalidad, exceptuando las costas de Chile (Vives y Shmeleva, 2010; Razouls et al., 2005-2018).

Descripción de la hembra—Los organismos recolectadas presentaron una longitud total del cuerpo en promedio 1.14 mm (n=624, rango= 1.09-1.16 mm). Prosoma y urosoma claramente diferenciados. El prosoma es aproximadamente 1.6 veces más largo que urosoma. El complejo genital casi tan largo como el resto del urosoma, incluidas las ramas caudales. Ramas caudales

1.1 a 1.2 veces más largas que anchas. A1 es de 6 segmentos. Mandíbula (Md) con armadura que comprende 2 cuchillas terminales, cada una con una fila de espínulas, una seta espinulada exterior y una seta enmarañada interna. Mx bilobulado; Lóbulo exterior con 3 pelos apicales, lóbulo interno con 2 pelos apicales y 1 seta lateral. La 5^{ta} pata es reducida a una única seta plumosa en la superficie del primer segmento del urosoma (Fig. 20) (Boxshall G.A., 1977).

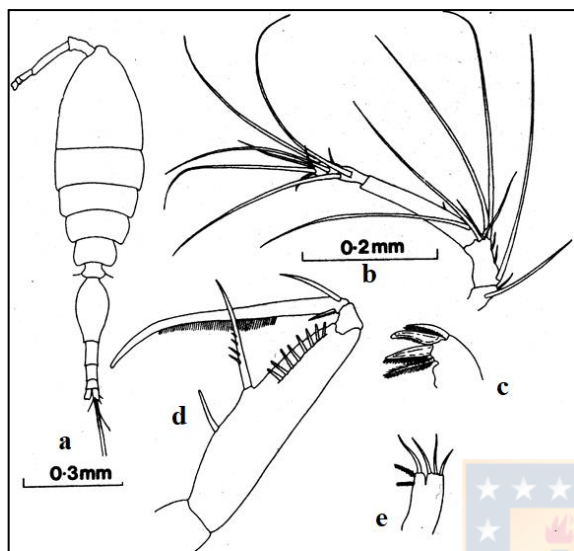


Figura 20. Modificado de Boxshall G.A., 1977. Hembra: a. habitus; b. A1 (ventral); c. Md (anterior); d. Mxp (anterior); e. Mx1 (posterior).

SISTEMATICA

Clase HEXANAUPLIA Oakley, Wolfe, Lindgren y Zaharof, 2013

SubClase COPEPODA H. Milne Edwards, 1830

Orden CYCLOPOIDA Burmeister, 1834

Familia CORYCAEIDAE Dana, 1852

Corycaeus (Monocorycaeus) robustus Giesbrecht, 1891

Material examinado—Hembras adultas fueron recolectadas y examinadas desde el monte submarino Monte O'Higgins (32° 54' S; 73° 34'W) en el estrato de 200-100 m (ESSW). La presencia de especie ha sido en el océano Atlántico, Índico, Mediterráneo; para el océano Pacifico ha sido registrada en casi su totalidad, exceptuando las costas de Chile (Vives y Shmeleva, 2010; Razouls et al., 2005-2018).

Descripción de la hembra—Los organismos recolectados presentaron una longitud total del cuerpo en promedio 2.4 mm (n=4, rango= 2.3- 2.4 mm). Prosoma y urosoma claramente diferenciados. Los copépodos del subgénero *Monocorycaeus* se caracterizan por que la longitud del 1^{er} segmento torácico no alcanza los 2/3 del ancho. El gancho distal de A2 en el macho no alcanza el basipodito. El segmento genital femenino, en su parte dorsal, supera el margen anterior del segmento anal. El prosoma es aproximadamente 1.6 veces más largo que urosoma. Los segmentos abdominales y furca en las longitudes proporcionales 59:12:29. Segmento genital 1.4 veces más largo que ancho (Fig. 21) (Tanaka O., 1957).

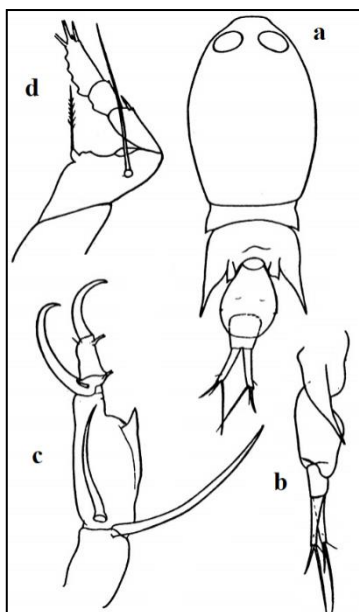


Figura 21. Modificado de Boxshall G.A., 1979.

Hembra: a. habitus (dorsal); b. Urosoma (lateral derecho); c. A2; d. 4^{ta} pata.

SISTEMATICA

Clase HEXANAUPLIA Oakley, Wolfe, Lindgren y Zaharof, 2013

SubClase COPEPODA H. Milne Edwards, 1830

Orden MORMONILLOIDA Boxshall, 1979

Familia MORMONILLIDAE Giesbrecht, 1893

Mormonilla phasma Giesbrecht, 1891

Material examinado—Hembras adultas fueron recolectadas y examinadas desde el monte submarino Monte O'Higgins (32° 54' S; 73° 34' W) en el estrato de 200-100 m (ESSW)400-200

m (ESSW), 600-400m y 700-600 m de profundidad (AAIW). La presencia de especie ha sido en el océano Atlántico, Índico, Mediterráneo, Antártico; para el océano Pacífico en el área sur, ha sido registrada en casi su totalidad, exceptuando las costas de Chile (Vives y Shmeleva, 2010; Razouls et al., 2005-2018).

Descripción de la hembra—Los organismos recolectados presentaron una longitud total del cuerpo en promedio 2.0 mm (n=77, rango= 1.9- 2.0 mm). A1 larga y con 3 segmentos; 1^{ra} pata tiene 2 segmentos y el segmento endopodal distal tiene 4 setas; 2^{da} a 4^{ta} pata con exopodos de 2 segmentos y un endopodo de 1 segmento; urosoma posee 4 segmentos y presenta un complejo genital formado por la fusión del somito genital y el 1^{er} somito abdominal (Fig. 22) (Huys et al., 1992; Ivanenko y Defaye, 2006).

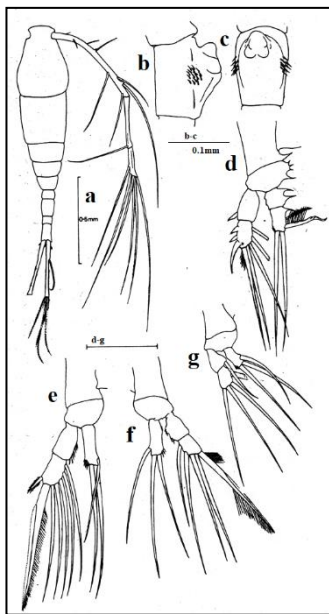


Figura 22. Modificado de Boxshall G.A., 1979.

Hembra: a. habitus; b-c. Complejo genital (lateral y ventral); d. 1^{ra} pata; e. 2^{da} pata; f. 3^{ra} pata; g. 4^{ta} pata.

5. DISCUSIÓN

5.1 Estructura comunitaria y distribución de copépodos pelágicos en los montes submarinos

Nuestro estudio se realizó para comprender la estructura de los copépodos asociados con las condiciones oceanográficas en los montes submarinos de la cordillera de Juan Fernández, que se ubican en la costa de Chile hasta el área oceánica.

Las diferencias físicas y biológicas encontradas entre los MS (MO y MSJ5-MSJ6), pueden asociarse con las localización e influencias de las dos ramas del sistema de la Corriente de Humboldt: La circulación oceánica entre la costa chilena (33° S) y el Archipiélago Juan Fernández, se ha indicado como una circulación conformada por un sistema de corrientes que fluyen paralelas a la costa, poco profundas y de baja velocidad; características propias de las corrientes del borde oriental de los océanos (Arana et al., 1976).

En la región de las islas y montes submarinos que conforman el Archipiélago de Juan Fernández se ha descrito la presencia de dos flujos de agua en direcciones opuestas. Uno de ellos fluye hacia el sur (78° W-80° W), asociado a la contracorriente oceánica del Perú (Arana et al., 1976), y en la otra dirección se observa un flujo, más cercano al continente, en dirección hacia el norte (75° -78° O), como la rama oceánica de la corriente de Humboldt.

Las condiciones oceanográficas en los montes submarinos estudiados mostraron fuertes similitudes (análisis de similitud > 60%), agrupando los montes submarinos MO por un lado y MJF5, MJF6 por otro, probablemente esto este asociado con la ubicación espacial de los montes submarinos en relación con la costa. Sin embargo, todos los MS presentaron una fuerte estratificación, registrando las temperaturas más altas en las capas superficiales. Las variables oceanográficas registradas en la columna de agua para cada MS, permitieron identificar tres masas de agua predominante hasta los 700 m de profundidad: Agua Subantártica (SAAW) estuvo presente entre 100-200 m en MJF5 y MJF6, y 100-0 m en MO. Se observó el agua subsuperficial ecuatorial (ESSW) en la capa de 400-200 m (MJF5 y MJF6) y hasta 100 m en la MO. La temperatura más baja registrada en aguas profundas (> 450 m) señala la presencia del Agua Intermedia Antártica (AAIW) para todos los MS. Las masas de agua presentadas en los MS están en acuerdo con Chiang y Quiñones (2007), Yáñez et al. (2009) y Frederick et al. (2018).

Nuestros resultados mostraron diferencias significativas entre los MS ubicados en zonas costeras u oceánicas (ANOSIM de una vía, $R\ 0.32 = 0.001$, $P < 0.05$) y entre la masa de agua (SAAW, ESSW y AAIW) ($R\ 0.472 = 0.001$, $P < 0.05$). La concentración de OD mostró un patrón diferente entre los MS (Fig. 2). El agua oxigenada se observó en la capa superior (3.9 y $5\ \text{ml O}_2\ \text{L}^{-1}$) y disminuyó asociada con el aumento de profundidad ($3.62 \pm 1.29\ \text{ml O}_2\ \text{L}^{-1}$), con las oxiclinalas presentes entre los $100 - 200\ \text{m}$ de profundidad y los valores más bajos en las concentraciones de oxígeno ($< 1\ \text{ml O}_2\ \text{L}^{-1}$) se presentaron solo en el monte submarino MO, por debajo de $400\ \text{m}$ de profundidad, lo que sugiere la presencia de la zona mínima de oxígeno (ZMO) para este monte. Por otro lado, Cañete y Häusseman (2012) describieron la ZMO entre los 280 y $130\ \text{m}$, es decir, más somera que la presentada en este estudio. Para los MS asociados al Archipiélago de Juan Fernández (MJF5 y MJF6), previamente Yáñez et al. (2009), señalaron la presencia de ZMO para esta área, sin embargo, nuestro estudio si bien registra valores bajos de oxígeno disuelto, estos valores no son $< 1\ \text{ml O}_2\ \text{L}^{-1}$.

La ZMO es una característica de la HCS, presente en las aguas poco profundas de la zona costera (Escribano et al., 2004; Hidalgo et al., 2005). Sin embargo, Cornejo et al. (2016), se detectó para el área de la DJF una masa de agua con baja concentración de oxígeno en la capa subsuperficial ($400-200\ \text{m}$), con valores de temperatura y salinidad característicos de la ESSW, la que probablemente fue transportada desde las áreas costeras a las oceánicas ($\sim 900\ \text{Km}$ desde la costa chilena) mediante procesos de mesoescala (Hormazábal et al., 2013; Andrade et al., 2014, Hormazábal et al., 2016).

Frederick et al. (2018) señalaron mediante un análisis de Chla satelital y de las corrientes geostroficadas para el período anterior y durante la realización del crucero FIP, la presencia de remolinos de mesoescala y submesoescala, los que influyeron en esta región (Hormazábal et al., 2016, Frederick et al., 2018), y que el MJF5 estaba ubicado dentro del remolino anticiclónico precisamente al momento de realizarse el crucero. Es decir, el remolino estaba controlando la circulación sobre el monte submarino (Frederick et al., 2018). Esto explicaría un potencial proceso advectivo de la ESSW que las zonas de los MS, y explicaría los cambios en la profundidad en que se localizó esta masa de agua y por qué la baja concentración de oxígeno disuelto para los MS varía a través de un gradiente de la costa/océano.

La estructura de la comunidad de copépodos en los MS mostró una gran diversidad, representada por 139 especies identificadas en este trabajo, principalmente por la Orden Calanoidea ($> 74\%$

de abundancia total). Las especies de este orden son organismos que presentan grandes dominancias en la zona costera de la HCS (Hidalgo et al., 2012; Pino-Pinuer et al., 2014). Morales et al. (2010) sugiere un transporte importante de parte de la población de copépodos de la zona costera en dirección a la zona oceánica, por medio de los remolinos de mesoescala y submesoescala formados, precisamente, en la zona costera de Chile central. Para esto, el factor "distancia de la costa" (Morales et al., 2010; Hormazábal et al., 2016) sería un componente importante en la determinación de la composición de la comunidad de copépodos. Por ejemplo, MO presentó la mayor cantidad de especies asociadas con las descritas en el área costera (Hidalgo et al., 2012). Mientras que los montes submarinos MJF5 y MJF6 presentaron especies costeras, pero mayormente especies asociadas a las descritas como oceánicas. Y de las especies identificadas y según el registro biogeográfico (Razouls et al., 2005-2019), solo un 1.43% de las especies recolectadas en este estudio son endémicas. En este contexto, Frederick et al., (2018) señala que los montes submarinos MO, MJF5 y MJF6 se encuentran en diferentes grados de influencia del sistema de surgencia costera, característica de la zona costera en el centro de Chile. Esto hace referencia a que la distancia a la zona de surgencias, es decir de la distancia de la costa, sería determinante en las características de los montes submarinos, por lo que la diferencia en la composición de especies de copépodos entre MO y MJF5-MJF6, obedecería a este factor.

Se han reportado aproximadamente 11500 especies conocidas de copépodos en todo el mundo (Humes, 1994) y, de acuerdo con los registros biogeográficos, los copépodos pueden presentar distribución tipo cosmopolitas o patrones de distribución endémicos. En este estudio, identificamos 139 especies asociadas con MO, MJF5 y MJF6, ampliando el registro realizado anteriormente Yañez et al. (2009) en donde para otros MS (JF1 y JF2) de la región, se identificó: 26 géneros y 5 especies, dando como género dominante *Pleuromamma* sp, *Clausocalanus* sp y *Pleuromamma borealis*. Este estudio amplía esta la información y evita la sobreestimación de las especies dominantes para el sistema al llevar el reconocimiento de los organismos a nivel de especies, donde: *Paracalanus* cf. *indicus*, *Oncaea media* y *Oithona similis*, especies cosmopolitas más pequeños en relación con los descritos previamente por Yañez et al. (2012), dominan en estas áreas (Pino-Pinuer 2014).

Para el monte submarino MO la especie *Ditrichocorycaeus amazonicus* presenta grandes valores de abundancia, sin embargo, no hay registro de la presencia de esta especie los otros

montes submarinos MJF5 y MJF6, lo que concuerda con los registros geográficos de esta especie (Razouls et al., 2005-2019) donde se encuentra restringida a zonas costeras de borde oriental en el Pacífico y lo cual puede ser un indicador de la influencia de la zona costera hacia la zona más oceánica mediante advección.

Euchaeta marina, especie cosmopolita, fue registrada para los estratos superficiales asociados a la SAAW, sin embargo, existen registros de la presencia de esta especie hasta los 3000 m de profundidad (Razouls et al., 2005-2019).

Por otro lado, las especies *Euchirella galeata*, *Megacalanus princeps*, *Scolecithricella dentata* y *Chiridius gracilis* se encuentran en las profundidades asociadas a ESSW, donde los organismos deben interactuar con niveles de bajo oxígeno disponible. Hidalgo et al. (2012) señalan que la ZMO restringe la distribución vertical de la mayoría de los copépodos pelágicos, actuando como una barrera física natural. Lo que nos estaría señalando que estas especies están adaptadas para habitar e ingresar estos ambientes. (Ruz et al, 2015; Razouls et al., 2005-2019).

Metridia curticauda, *Gaetanus armiger* y *Pontoeciella abyssicola*, especies cosmopolitas y *Paraeuchaeta weberi*, especie presente en los océanos del hemisferio sur (Razouls et al., 2005-2019). Todas las especies fueron registradas por debajo de los 600 metros de profundidad asociados a la AAIW. Lo que coincide con lo registrado por Razouls et al. (2005-2019), donde todas las especies son descritas como epipelágica, registrada hasta los 2000 m de profundidad, lo que nos estaría señalando que son especies características de aguas profundas y frías.

La temperatura sería el factor determinante en la estructura de las comunidades en la columna de agua desde 700 m a la superficie (Escribano et al., 2012). Nuestros resultados sugirieron que la estructura comunitaria de copépodos a nivel vertical se puede determinar por la presencia de las diferentes masas de agua. Sin embargo, la mayor abundancia observada en las capas superficiales se asoció probablemente con la alta productividad primaria, esto podría tener dos explicaciones: i) La circulación asociada a los MS, lo que genera un incremento local en la concentración de nutrientes en la capa superficial o ii) El fitoplancton potencialmente transportado por remolinos de mesoescala formados en la zona costera continental (Anabalon et al., 2016). Lo que les permitiría a las especies de copépodos crecer sin limitación de alimento, gracias a la alta productividad local (Mohn et al., 2009; Lavelle y Mohn, 2010; Andrade et al., 2014)

Además de la alta variabilidad de mesoescala y submesoescala encontrada en la zona durante este estudio, los montes en esta área están sujetos a la influencia de la zona costera continental y de las islas oceánicas encontrándose inmersos en la zona de transición costera o en el límite oceánico de ésta, lo que se relacionaría con los bajos valores de endemismo registrados en este estudio. Probablemente, esta dinámica física local puede ser otro factor que regule la composición de la población de copépodos en la zona de los MS costero y oceánicos.

La generalización de que los montes submarinos es un tipo de hábitat que se pudiese ajustar a la “Hipótesis de Isla” o a la “Hipótesis de Oasis”, es considerada poco sustentable con las evidencias disponibles (Clark et al., 2010; Rowden et al., 2010, Kvile, 2014). Dado que los sistemas de circulación, asociados a los MS, así como las diferencias en la topografía y la influencia de los procesos de mesoescala sobre las características oceanográficas y los procesos de advección son complejos de determinar mediante un muestreo único, y no es posible adjudicar una de estas líneas de investigación en este estudio, pero sí permite señalar que son las características particulares presentes en cada MS las que pueden explicar el cómo se distribuye y estructura la comunidad de copépodos (Mohn et al., 2009; Lavelle y Mohn, 2010, Hormazabalet al., 2016).



5.2 Actualización del registro de especies de copépodos pelágicos

Un total de 19 registros de especies de copépodos fueron ampliados, contribuyendo al inventario la diversidad de las especies de copépodos en el Pacífico sur oriental. La importancia de la información respecto a distribución geográfica radica en que esto nos permite definir e interpretar patrones biogeográficos mayores, para así entender las adaptaciones, los mecanismos de dispersión o el aislamiento geográfico que poseen las especies de copépodos y que entregarían respuestas sobre su éxito en el sistema marino. La ecofisiología en los copépodos es generalmente poco conocida o explorada como línea de investigación, lo que limita la comprensión de las áreas que abarca su distribución y las distintas condiciones ambientales ante las cuales logran adaptarse (Razouls et al., 2005-2019).

Una de las dificultades encontradas al tratar de trazar la cartografía de la especie, proviene de descripciones de especies a menudo demasiado incompletas o insuficientemente ilustradas, que

a veces involucran sinonimias complejas (Vives y Shmeleva, 2010). Una literatura difícil de interpretar en ausencia de una descripción taxonómica completa, que además considere las condiciones bio-geográficas donde se encuentra el organismo, dificulta el entendimiento de la dispersión natural de las especies de copépodos pelágicos (Razouls et al., 2005-2019), lo que conlleva a su vez en un aumento en las confusiones al identificarlas. Estudios taxonómicos como Bradford-Grieve (1994, 1999) y Boxshall y Halsey (2004) han sido de gran aporte para la identificación de las especies de copépodos y amplias sus registros y su distribución, complementando los inventarios mundiales de diversidad (OBIS) (<https://obis.org/>). No obstante, los estudios taxonómicos, pueden complementarse con herramientas de última generación, como son las técnicas moleculares de secuenciación (Jungbluth y Lenz, 2013).



6. CONCLUSIONES

- 1) Los cambios verticales en la composición y abundancia de las especies fueron más pronunciados que las diferencias espaciales entre el área de estudio. Sin embargo, las diferencias significativas entre MO y MJF5 y MJF6 pueden indicar que las diferencias espaciales en la estructura de la comunidad pueden estar influenciadas por el proceso costero en MO y las influencias oceánicas en MJF5 y MJF6.
- 2) Verticalmente, la topografía, las masas de agua y localización geográfica de los MS, sería determinante en la estructura y distribución de la comunidad de copépodos desde la superficie hacia la profundidad.
- 3) Las especies *Paracalanus cf. indicus*, *Oncaea media* y *Oithona similis*, copépodos pequeños, fueron dominantes para estos ambientes y registraron presencia en todos los montes submarinos. Además, las especies *Oncaea media* y *Oithona setigera* estuvieron presentes en todos los estratos de todos los montes submarinos con un 100% de ocurrencia.
- 4) Es importante conocer las especies de copépodos que estructuran la comunidad, para así evitar sobreestimación de especies dominantes, las que a su vez caracterizan los ambientes.
- 5) La información respecto a distribución geográfica permite definir e interpretar patrones biogeográficos mayores, para entender las adaptaciones, los mecanismos de dispersión o el aislamiento geográfico que poseen las especies de copépodos y que entregarían respuestas sobre su éxito en el sistema marino.
- 6) La influencia de los remolinos de mesoescala formados en la zona costera, probablemente controlaba la circulación en los montes submarinos de la dorsal de Juan Fernández, siendo el potencial factor determinante en la distribución y estructura de la comunidad de copépodos pelágicos.
- 7) No es posible generalizar sobre el funcionamiento de los montes submarinos, ya que cada uno obedece a las características o patrones dependiente de factores como la

localización, la topografía, las corrientes, las características oceanográficas de la zona y la influencia de procesos a mesoescala o submesoescala.

- 8) Por lo tanto, se acepta la hipótesis de este estudio “La estructura comunitaria de copépodos pelágicos en los montes submarinos, está determinada por las características específicas y la variabilidad oceanográfica presente en cada monte submarino en la dorsal de Juan Fernández, estructurándose diferenciadamente tanto vertical como horizontalmente”.



7.REFERENCIAS

- Anabalón, V., Morales, C.E., González, H.E., Menschel, E., Schneider, W., Hormazabal, S., Valencia, L., Escribano, R., 2016. Prog. Oceanogr. 149, 174–188. doi:10.1016/j.pocean.2016.10.011.
- Andrade, I., Pequeño, G., 2008. Mesobathic Chondrichthyes of the Juan Fernández seamounts: are they different from those of the central Chilean continental slope. Rev. Biol. Trop. 56 (1), 181–190.
- Andrade, I., Sangrà, P., Hormazabal, S., Correa-Ramirez, M., 2014. Island mass effect in the Juan Fernández Archipelago (33°S), Southeastern Pacific. Deep Sea Res. Part I Oceanogr. Res. Pap. 84, 86–99. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2013.10.009>.
- Arana, P., 1976. Situación y perspectiva de la pesca artesanal en el Archipiélago de Juan Fernández e Islas Desventuradas (Chile). Seminario regional sobre pesquería artesanal. Rev.Com. Perm. Pacífico Sur, 4: 117-131.
- Arcos, D.E., 1976. Los copépodos calanoideos de la región magallánica. Expedición hero 72-4. Rev. Com. Perm. Pacífico Sur, 5; 85-100.
- Andronov, V.N., 2014. Phylogeny and revision of calanoid copepods system. Russian Academy of Sciences P.P. Shirshov Institute of Oceanology Atlantic Branch. Kaliningrad Publ., 1-204.
- Bashmachnikov, I., Mohn, C., Pelegri, J.L., Martins, A., Jose, F., Machin, F., White, M., 2009. Interaction of Mediterranean water eddies with Sedlo and Seine Seamounts, Subtropical Northeast Atlantic. Deep Sea Res. Part II Top. Stud. Oceanogr. 56, 2593–2605.
- Beaugrand, G., Reid, P., 2003. Long-term changes in phytoplankton, zooplankton and salmon related to climate. Glob. Change Biol., 9 (6): 801–817.
- Boltovskoy, D., 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. Argentina. 936 pág.

Boxshall, G.A., 1977 The planktonic copepods of the northeastern Atlantic Ocean: Some taxonomic observations on the Oncaidae (Cyclopoida). *Bull. Brit. Mus. nat. Hist., Zool.*, 31 (3): 103-155.

Bowshall, G.A., 1979. The planktonic copepods of the northeastern Atlantic Ocean Harpacticoida, Siphonostomatoida and Mormonilloida. *Bull. Br. Mus. nat. Hist., Zool.*, 35 (3) 201-264.

Boxshall, G. A., Halsey, S. H., 2004. *An Introduction to Copepod Diversity*. The Ray Society, London, 966 pp.

Boxshall, G.A., Zylinski, S., Jaume, D., Iliffe, T.M., Suárez-Morales, E., 2014. A new genus of speleophriid copepod (Copepoda: Misophrioida) from a cenote in the Yucatan, Mexico with a phylogenetic analysis at the species level. *Zootaxa* 3821, 321–336. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3821.3.2>

Bradford-Grieve, J.M., 1999. The Marine Fauna of New Zealand: pelagic Calanoid Copepoda: Bathypontiidae, Arietellidae, Augaptilidae, Heterorhabdidae, Lucicutiidae, Metridinidae, Phyllopodidae, Centropagidae, Pseudodiaptomidae, Temoridae, Candaciidae, Pontellidae, Sulcanidae, Acartiidae, Tortanidae. *NIWA Biodiversity Memoirs*, 111: 5-268.

Esterly, C.O., 1911. Third report on the Copepoda of the San Diego region. *Univ. Calif. Publ. Zool.*, 6 (14): 313-352.

Cañete, J.I., Haussermann, V., 2012. Colonial life under the Humboldt Current System: deep sea corals from O'Higgins I seamount. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 40, 467–472. <https://doi.org/10.3856/vol40-issue2-fulltext-23>

Cornejo, M., Bravo, L., Ramos M., Pizarro, O., M., Karstensen, J., Gallegos, M., Correa-Ramirez, M., Silva, N., Farias, L., Karp-Boss, L., 2016. Biogeochemical characteristics of a long-lived anticyclonic eddy in the eastern South Pacific Ocean. *Biogeosci. Discuss.*, 12(17).

Chiang, O.E., Quiñones, R.A., 2007. Relationship between viral and prokaryotic abundance on the Bajo O'Higgins Seamount, Humboldt Current System off Chile. *Sci. Mar.*, 71: 37-46.

Clark, M., Bowden, D.A., 2015. Seamount biodiversity: high variability both within and between seamounts in the Ross Sea region of Antarctica. *Hydrobiologia* (2015) 761:161–180.

Clarke, K.R., Gorley, R.N., 2015. *PRIMER v7: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E, Plymouth, 296 pp.

Doty, M.S., Ogury M., 1956. The island mass effect. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 22, 33–37.

Donoso, K., Escribano R., 2013. Mass-specific respiration of mesozooplankton and its role in the maintenance of an oxygen-deficient ecological barrier (BEDOX) in the upwelling zone off Chile upon presence of a shallow oxygen minimum zone. *J. Mar. Syst.*, Volume 129(166-177).

Dower, J., Mackas, D., 1996. “Seamount effects” in the zooplankton community near Cobb 20 Seamount. *Deep Sea Res. Part I Oceanogr. Res. Pap.* 43 (6): 837-858.

Escribano, R., Hidalgo, P., 2000. Spatial distribution of copepods in the north of the Humboldt Current region off Chile during coastal upwelling. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 80, 283–290.
<https://doi.org/10.1017/S002531549900185X>

Ernst, B., Chamorro, J., Manriquez, P., Lobo Orensanz, J.M., Palma, A.M., Porobic, J., Roman, C., 2013. Sustainability of the Juan Fernandez lobster fishery (Chile) and the perils of generic science-based prescriptions. *Global Environ. Change* 23 (2013) 1381–1392.

Ferrari, F.D., 1981. *Oithona wellersshausi*, new species and *O. spinulosa* Lindberg, 1950 (Copepoda: Cyclopoida: Oithonidae) from the mouth of the Pearl River, China. Proc. Biol. Soc. Wash., 94 (4): 1244-1257.

Frederick, L., Escribano, R., Morales, C.E., Hormazabal, S., Medellín-Mora, J., 2018. Mesozooplankton respiration and community structure in a seamount region of the eastern South Pacific. Deep Sea Res. Part I Oceanogr. Res. Pap. 135, 74–87. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2018.03.008>.

Frost, B.W., Fleminger, A., 1968. A revision of the genus *Clausocalanus* (Copepoda: Calanoida) with remarks on distributional patterns in diagnostic characters. Bull. Scripps Instn Oceanogr., tech. Ser., 12: 1-235.

Giesbrecht, W., 1893. Systematik und Faunistik der pelagischen Copepoden des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeres- Abschnitte. Fauna u. Flora Golf. Neapel, 19: 1-831, pls. 1-54.

Hidalgo, P., Escribano, R., Morales, C. E., 2005. Ontogenetic vertical distribution and diel migration of the copepod *Eucalanus inermis* in the oxygen minimum zone off northern Chile. J. of Plank. Res. 27:519-529.

Hidalgo, P., Escribano, R., Vergara, O., Jorquera, E., Donoso, K., Mendoza, P., 2010. Patterns of copepod diversity in the Chilean coastal upwelling system. Deep Sea Res. Part II Top. Stud. Oceanogr. 57: 2089-2097.

Hidalgo, P., Escribano, R., Fuentes, M., Jorquera, E., Vergara, O., 2012. How coastal upwelling influences spatial patterns of size-structured diversity of copepods off central-southern Chile (summer 2009). Prog. Oceanogr. 92–95. 134–145.

Hormazábal, S., Combes, V., Morales, C.E., Correa-Ramírez, M.A., Di Lorenzo, E., Nuñez, S., 2013. Intrathermocline eddies in the coastal transition zone off central Chile (31-41°S). *J. Geophys. Res. Oceans*, 118: 1-11, doi:10.1002/jgrc.20337.

Hormazábal, S., 2016. Fase II: levantamiento oceanográfico para elaborar la línea base de los montes submarinos Juan Fernández 5 (JF5), Juan Fernández 6 (JF6) y Monte O'Higgins. Informe Final, FIP 2014-04-2. Consejo del Fondo de Investigación Pesquera, Chile.

Hooff, R., Peterson, W.T., 2006. Copepod Biodiversity as an Indicator of Changes in Ocean and Climate Conditions of the Northern California Current Ecosystem. *Limnol. Oceanogr.*, 51(6): 2607-2620.

Humes, A.G., 1994. How many copepods? *Hydrobiologia*, 292-293(1), 1-7. doi:10.1007/bf00229916

Huys, R., Boxshall, G.A., Bottger-Schnack, R., 1992. On the discovery of the male of *Mormonilla Giesbrecht 1892* (Copepoda, Mormonilloida). *Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Zool)* 58(2): 157-170.

Hülsemann, K., 1985. Two species of *Drepanopus* Brady (Copepoda Calanoida) with discrete ranges in the southern hemisphere. *J. Plankton Res.*, 7 (6): 909-925.

Ivanenko, V.N., Defaye, D., 2006. Planktonic deep-water copepods of the family Mormonillidae Giesbrecht, 1893 from the East Pacific Rise (13°N), the northeastern Atlantic, and near the North Pole (Copepoda, Mormonilloida). *Crustaceana*, 79: 707-726.

Jungbluth, M.J., Lenz, P.H., 2013. Copepod diversity in a subtropical bay based on a fragment of the mitochondrial COI gene. *J. Plankton Res.*, 35(3), 630-643.

Kvile, K.O., Taranto, G.H., Pitcher, T.J., Morato, T., 2014. A global assessment of seamount ecosystems knowledge using an ecosystem evaluation framework. *Biol. Conserv.* 173, 108-120.

Koslow J.A., 1996. Energetic and life-history patterns of deep-sea benthic, benthopelagic and seamount-associated fish. *J. Fish Biol.* 49, 54–74.

Koslow A., 1997. Seamounts and the ecology of deep-sea fisheries. *Am. J. Sci.* 85, 168–176.

Kvile, K.O., Taranto, G.H., Pitcher, T.J., Morato, T., 2014. A global assessment of seamount ecosystems knowledge using an ecosystem evaluation framework. *Biol. Conserv.* 173, 108–120.

Mann, M.E., Park, J., 1999. Oscillatory spatiotemporal signal detection in climate studies: a multiple-taper spectral domain approach. *Adv. Geophys.*, 41: 1-131.

Martin, B., Christiansen, B., 2009. Distribution of zooplankton biomass at three seamounts in the NE Atlantic. *Deep Sea Res. Part II Top. Stud. Oceanogr.* 56, 2671–2682.

Mazzocchi, M.G., Zagami, G., Ianora, A., Guglielmo, Crescenti. N., L., Hure, J., 2012. Atlas of Marine Zooplankton Straits of Magellan. *Copepods*. Springer Science and Business Media

Mohn, C., White, M., Bashmachnikov, I., Jose, F., Pelegrí, J.L., 2009. Dynamics at an elongated, intermediate depth seamount in the North Atlantic (Sedlo Seamount, 401200N, 261400W). *Deep Sea Res. Part II Top. Stud. Oceanogr.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2008.12.037>.

Morales-Ramírez, A., 2001. Marine biodiversity of Costa Rica, the microcrustacea: Copepoda (Crustacea: Maxillopoda). *Rev. Biol. Trop.* 49 Suppl 2, 115–133.

Morales, C.E., Torreblanca, M. L., Hormazabal, S., Correa-Ramírez, M., Nuñez, S., Hidalgo, P., 2010. Mesoscale structure of copepod assemblages in the coastal transition zone and oceanic waters off central-southern Chile. *Prog. Oceanogr.* 84, 158–173 [doi:10.1016/j.pocean.2009.12.001](https://doi.org/10.1016/j.pocean.2009.12.001).

Park, T.S., 1978. Calanoid copepods (Aetideidae and Euchaetidae) from Antarctic and Subantarctic waters. In: Biology of the Antarctic seas, 7. Antarct. Res. Ser. Washington, 27: 91-290.

Park, T.S., 1980. Calanoid copepods of the genus *Scolecithricella* from Antarctic and Subantarctic Seas. In: Biology of the Antarctic seas, 9 (2). Antarct. Res. Ser. Washington, 31 (2): 25-79.

Park, T.S., 2000. Taxonomy and distribution of the calanoid copepod family Heterorhabdidae. Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography of the University of California, San Diego, 31: I-XI, 1-269.

Pino-Pinuer, P., Escribano, R., Hidalgo, P., Riquelme-Bugueño, R., Schneider, W. 2014. Copepod community response to variable upwelling conditions off central-southern Chile during 2002-2004 and 2010-2012. Mar. Ecol. Prog. Ser., 515, 83-95.

Porobic, J., Parada C., Ernst B., Hormazábal S., Combes V. 2012. Modelación de la conectividad de las subpoblaciones de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*), a través de un modelo biofísico. Lat. Am. J. Aquat. Res, 40, 613-632.

Razouls, C., De Bovée, F., Kouwenberg, J., Desreumaux, N., 2005-2019. Diversité et répartition géographique chez les Copépodes planctoniques marins. Available online at <http://copepodes.obs-banyuls.fr/>. [Accessed 05-01-2019.]

Richardson A. 2008. In hot water: zooplankton and climate change. ICES J. Mar. Sci., 65: 279–295.

Ramirez, F.C., 1969. Contr. Inst. Biol. mar., Buenos Aires.p.50, Lam. VIII, figs.49-51.

Rogers, A.D., 1994. The biology of seamounts. Adv. Mar. Biol. 30, 305–350.

Ruz, P. M., Hidalgo, P., Yáñez, S., Escribano, R., Keister, J. E., 2015. Egg production and

hatching success of *Calanus chilensis* and *Acartia tonsa* in the northern Chile upwelling zone (23° S), Humboldt Current System. *Jour. Mar. Syst.*, 148, 200-212.

Samadi, S., Bottan, L., Macpherson, E., Forges, B.R., Boisselier, M.C., 2006. Seamount endemism questioned by the geographic distribution and population genetic structure of marine invertebrates. *J. Mar. Biol. Assoc.* 149, 1463–1475.

Saltzman J., Wishner K. 1997. Zooplankton ecology in the eastern tropical Pacific oxygen minimum zone above a seamount: 1. General trends. *Deep Sea Res. Part I Oceanogr. Res. Pap.* 44,.907-930.

Shneider, W., Fuenzalida, R., Nuñez, R., Garcés, J., Bravo, L., Figueroa, D., 2007. Discusión del Sistema de la Corriente de Humboldt y masas de agua en la zona norte y centro de Chile. 17 pg.

Schneider W., Donoso, D., Garcés-Vargas, J., Escribano, R., 2017. Water-column cooling and sea surface salinity increase in the upwelling region off central-south Chile driven by a poleward displacement of the South Pacific High. *Prog. Oceanogr.* 151, 38–48. doi:10.1016/j.pocean.2016.11.004

Giesbrecht, W., 1892. Systematik und Faunistik der Pelagischen Copepoden des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeres-Abschnitte. *Fauna Flora Golf. Neapel. Atlas von 54 Tafeln.*

Sars, G.O., 1924-1925. Copépodes particulièrement bathypélagique provenant des campagnes scientifiques du Prince Albert Ier de Monaco. *Résult. Camp. scient. Prince Albert I*, 69: pls. 1-127 (1924), 1-408 (1925).

Tanaka, O., 1957. Copepoda of the family Corycaeidae in Japanese waters. *J. Fac. Agricult. Kyushu Univ.*, 11 (1): 77-97.

Tanaka, O., 1962. The pelagic copepods of the Izu region, Middle Japan. Systematik account VIII. Family Scolecithricidae (Part 2). *Publs Seto mar. biol. Lab.*, 10 (1): 35-90

Vives, F., Shmelva, A., 2010. Crustacea, copépodos marinos II, Calanoida. Fauna Iberica, 33: 190-194.

Vives, F., Shmelva, A., 2010. Crustacea, copépodos marinos II, non-Calanoida. Fauna Iberica, 33: 190-194.

Vervoort, W., 1957. - Copepoda from Antarctic and sub-antarctic plankton samples. Rep. B.A.N.Z. Antarctic Res. Exped., 1929-1931, (B) 3: 1-160.

Yáñez E., Silva C., Vega R., Espíndola F., Álvarez L., Silva N., Palma S., Salinas S., Menschel E., Haussermann V., Soto, D., Ramírez, N., 2009. Seamounts in the southeastern Pacific Ocean and biodiversity on Juan Fernandez seamounts, Chile. Lat. Am. J. Aquat. Res. 37, 555-570.

Wilson, R.R., Kaufmann, R.S., 1987. Seamount biota and biogeography. In: Keating, B.H., Fryer, P., Batiza, R., Boehlert, G.W. (Eds.), Seamounts, Islands and Atolls. Am. Geophys. Union, Geophys. Monogr. Ser., 43, Washington, DC, pp. 223–237.

