



Carrera Biología Marina

Departamento de Oceanografía

Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas

**Distribución vertical del zooplancton gelatinoso y quitinoso en el Monte submarino
O'Higgins.**

Ignacio Javier Ibáñez Lara

Profesor Guía: Igor Fernández U.

**Seminario de Título presentado al
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
DE LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCION**

**Para optar al Título de
BIOLOGO MARINO
Concepción - Chile**

2023

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA

Este Seminario de Título ha sido realizado en el Departamento de Oceanografía de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas.

Profesor(a) Guía

Dr. Igor Fernández Urruzola

Director de Tesis

Dra. Pamela Hidalgo Díaz

Ha sido aprobada por la

Siguiente Comisión

Evaluadora

Dra.(c) Pamela Fierro González

M. Sc Braulio Fernández Zapata

Jefe de Carrera

Dr. Ariel Valenzuela Saldías

Agradecimientos

Primero que nada, quiero agradecerle a la Doctora y Profesora Pamela Hidalgo, por todo el apoyo que me ha brindado en estos años, por guiarme en este proceso y por todas las oportunidades que me ha dado para crecer como persona y futuro profesional.

A Igor Fernández por tomar el rol de profesor guía, siempre ayudarme con todo lo que necesitase y por siempre tomarse el tiempo que fuese necesario para enseñarme, sin importar las circunstancias.

A Reinaldo Rivera, por aportarme de su conocimiento con la mejor disposición a la hora de desarrollar la parte estadística de este trabajo.

También agradecer a todas las personas que conforman el grupo de estudio en Ecología y Biodiversidad del Plancton (GEBPlancton), por ser tan cercanos y siempre tener la buena disposición para aconsejar de la mejor forma posible tanto en el área académica como en lo personal.

A mi familia, por inculcar en mí todos los valores que me han formado en la persona que soy hoy en día, por su apoyo incondicional en cada nueva etapa que afronto y siempre incentivar-me a que luche por cumplir mis metas y sueños.

Finalmente agradecer al Instituto Milenio de Oceanografía (IMO) por apoyarme económicamente en la realización de esta tesis con la beca (ICN12_019) como también los proyectos FONDECYT Iniciación 11221079 del Dr. Igor Fernández-Urruzola y FONDECYT 1191343 de la Dra. Pamela Hidalgo.

¡Muchas gracias a todos!

Índice

ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE ANEXOS	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
1.- INTRODUCCIÓN.....	10
1.1 Océano profundo	10
1.2 Zooplancton gelatinoso y quitinoso en el océano profundo	11
1.3 Montes submarinos como modelo de estudio.....	12
1.4 Presión hidrostática y distribución zooplanctónica.	12
2.- HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	13
2.1 Hipótesis	13
2.2 Objetivo general:.....	13
2.3 Objetivos específicos:	13
3.- METODOLOGÍA	14
3.1 Área de estudio	14
3.2 Variables oceanográficas	15
3.3 Recolección de muestras zooplanctónicas.....	15
3.5 Análisis de variables ambientales	16
3.6 Análisis estadísticos	16
4.- RESULTADOS.....	17
4.1 Condiciones oceanográficas en el Monte O'Higgins	17
4.2 Distribución y abundancia de las comunidades	21

4.3 Descriptores comunitarios	29
4.4 Efecto de las variables ambientales sobre las comunidades	31
5.- DISCUSIÓN.....	32
5.1 Variables ambientales	32
5.2 Distribución del zooplancton en el monte submarino O'Higgins.....	34
5.3 Diversidad.....	37
6.- CONCLUSIONES.....	38
7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
8.- ANEXOS	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localización de las estaciones muestreadas alrededor del Monte submarino O'Higgins en el Pacífico Sudeste.	14
Figura 2: Perfil de Temperatura (°C), Oxígeno disuelto (mL L ⁻¹), Fluorescencia (µg/L) y Salinidad en las estaciones del Monte O'Higgins.	19
Figura 3: Diagrama T-S para las estaciones del Monte O'Higgins.....	20
Figura 4: Abundancia relativa (%) para cada grupo zooplanctónicos, para los diferentes estratos y estaciones muestreadas para el Monte O'Higgins durante el crucero FIP No. 2014-04	28
Figura 5: Abundancia relativa (%) integrada de organismos quitinosos vs gelatinosos para cada estación del Monte O'Higgins.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resumen (Media DS) de las variables oceanográficas de la columna de agua en cada estación del Monte O'Higgins.....	18
Tabla 2: Abundancias (ind. m ⁻³) para todos los grupos zooplanctónicos identificadas para las distintas estaciones muestreadas para el Monte O'Higgins durante el crucero FIP No. 2014-04	25
Tabla 3: Descriptores comunitarios para los diferentes estratos de las estaciones del Monte O'Higgins.	30
Tabla 4: Selección de modelos que mejor explicaban las abundancias de los diferentes grupos presentes en el Monte O'Higgins. Destacando el mejor modelo al que responde el conjunto de organismos quitinosos y gelatinosos.....	31

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Esquema de las divisiones de la profundidad en el océano.....	49
Anexo 2: Modelo conceptual de hipótesis en estudio.....	49
Anexo 3: Resumen del muestreo de zooplancton en las diferentes estaciones del Monte Submarino O'Higgins durante el crucero oceanográfico FIP No. 2014-04 en septiembre 2015..	50
Anexo 4: Mapa batimétrico del Monte Submarino O'Higgins.....	50
Anexo 5: Valores de la correlación de Pearson, (rojo: correlación significativa positiva; azul: correlación significativa negativa; blanco: no hay correlación).....	51
Anexo 6: Valores P de la correlación de Pearson, siendo los valores superiores a 0.05 relaciones no significativas.....	51
Anexo 7: Tabla resumen de los mejores modelos para en zooplancton quitinoso (primera sección) y zooplancton gelatinoso (segunda sección).....	52

RESUMEN

Los montes submarinos, son elevaciones producidas como consecuencia de eventos volcánicos y se encuentran a profundidades aproximadas a los 1.000 metros, representan ecosistemas únicos dentro del océano profundo. La topografía de los montes submarinos modifica las corrientes y las variables oceanográficas de la región, transformándolos en ecosistemas particularmente productivos.

En los montes submarinos el zooplancton es más abundante y diverso que en las aguas circundantes, lo que tiene una gran relevancia ecológica y ecosistémica debido al rol que ejercen estos organismos en la transferencia de energía desde la base de las tramas tróficas hacia los niveles superiores.

En su mayoría, los estudios del océano profundo en Chile son en aguas hasta los 2.000 metros de profundidad y enfocados a la relación de parámetros ambientales como la temperatura, el oxígeno disuelto y disponibilidad de nutrientes con los organismos zooplanctónicos. Pero muy pocos incluyen el efecto de la presión en la distribución de los distintos grupos zooplanctónicos en la columna de agua.

Este proyecto busca conocer y comparar la distribución y abundancia del zooplancton gelatinoso y quitinoso en el Monte O'Higgins, situado en la llanura abisal a 200 km frente a la costa de Valparaíso, y relacionar los patrones ecológicos de estos dos grandes grupos zooplanctónicos con las variables oceanográficas de la región. Este estudio utilizará datos obtenidos previamente en el crucero FIP No. 2014-04 realizado en la dorsal de Juan Fernández en septiembre de 2015.

ABSTRACT

The seamounts, which are elevations produced as consequence of volcanic events and can be found in the depths of approximately 1000 meters, represent unique ecosystems within the deep ocean. The topography modifies the currents and the oceanographic variables of the region, transforming them into systems particularly productive.

In these ecosystems, zooplankton is more abundant and diverse than in the surrounding waters, this has a great ecological and ecosystem relevance due to the role played by these organisms in the transfer of energy from the base of the food webs to higher levels.

Most of the studies of deep ocean in Chile have been carried out across the upper 2000 meters depth and focused on environmental parameters such as temperature, dissolved oxygen and nutrient availability. Nevertheless, very few of these studies include the effects of pressure in the distribution of the different zooplanktonic groups in the water column.

This project seeks to know and compare the distribution and abundance of gelatinous and chitinous zooplankton in waters near Mount O'Higgins, located in the abyssal plain 200 km off the coast of Valparaíso, and to relate the ecological patterns of these two large zooplanktonic groups with the oceanographic variables found in the region. This study will use data previously obtained in the FIP cruise No. 2014-04 made on the Juan Fernández dorsal in September 2015.

1.- INTRODUCCIÓN

1.1 Océano profundo

El océano profundo está definido como aquel que comienza en el borde de la plataforma continental y que incluye todas aquellas masas de agua por debajo de los 200 metros de profundidad (Woodward, 2003). En términos generales, el océano profundo se puede dividir en 4 grandes zonas, la zona Mesopelágica (200 – 1.000 m), la zona Batial (1.000 - 2.000 m), la zona Abisal (2.000 - 6.000 m) y por último la zona Hadal (> 6.000 m) (Fig. 2) (Vinogradova, 1979; Jamieson et al., 2010; Rogers, 2015). Y representa el ecosistema marino más extenso y menos estudiado del océano global.

Este ecosistema se caracteriza por condiciones ambientales que pueden restringir la biota marina, sin embargo, un creciente número de estudios destacan la gran biodiversidad que podría albergar (Grassle, 1989). La ausencia de luz solar bajo los 1.000 m de profundidad impide la fotosíntesis, limitando la disponibilidad de materia orgánica en un entorno en el que se suman las bajas temperaturas ($< 4^{\circ}\text{C}$) y las elevadas presiones hidrostáticas, suponiendo en conjunto un desafío para la vida. Por este motivo, la biota residente en el océano profundo a menudo presenta adaptaciones específicas, como el aumento de ácidos grasos insaturados en las membranas celulares, cuerpos menos densos y una actividad más reducida (Yancey, 2020). Asimismo, la presión aumenta la solubilidad del carbonato, lo que dificulta la formación de esqueletos, favoreciendo la presencia de organismos con cuerpos elásticos y blandos en un ambiente en el que no se requieren esqueletos sólidos para resistir las turbulencias (Gerringer et al., 2019). Así, la musculatura en la mayoría de las especies es débil, exceptuando a algunas que realizan migraciones verticales de varios miles de metros en la columna de agua como los pequeños peces mictófidos (Hernández & Guerra, 2014). En consecuencia, animales gelatinosos y otros invertebrados delicados podrían presentar ciertas ventajas adaptativas y conformar la mayoría de los organismos en profundidades batipelágicas o abisopelágicas (Rogers, 2015). Por el contrario, la abundancia y biomasa de organismos quitinosos parece disminuir conforme aumenta la profundidad, entre otros factores, debido a una limitada disponibilidad de alimento que procede principalmente desde

la superficie iluminada, donde se consume la mayor parte de la materia orgánica que se produce (Wickstead 1965).

1.2 Zooplancton gelatinoso y quitinoso en el océano profundo

El zooplancton representa aquellos organismos que se desplazan a la deriva de la corriente y presentan un rango de tamaño que va desde los 0.2 a los 20 mm. Son reconocidos por su rol clave en las cadenas tróficas en la transferencia de energía desde la base hacia los niveles tróficos superiores. Dentro del zooplancton los principales pastoreadores del fitoplancton están representados mayormente por los organismos quitinosos, como eufáusidos, copépodos y anfípodos, entre otros. Estos organismos a su vez son presas de otros grupos del zooplancton gelatinoso, como medusas, sifonóforos y ctenóforos (Boero et al., 2008, Hidalgo et al., 2012).

Dentro del zooplancton quitinoso, los copépodos dominan y representan alrededor del 80% de la abundancia total (Hidalgo et al., 2012). La distribución vertical de la abundancia y biomasa ha sido descrita como decreciente con el aumento de la profundidad (Yáñez et al., 2012). Sin embargo, la abundancia de este grupo se ha reportado en aguas profundas asociadas a montes submarinos respecto de sus aguas circundantes, donde su estructura y distribución vertical se ha determinado por la topografía y masas de agua de los montes. (Fierro-González, 2019).

Para el zooplancton gelatinoso, se ha descrito que está distribuido ampliamente en la columna de agua dado las ventajas respecto de otros grupos planctónicos, que le confiere su cuerpo blando y elástico, con máximos de abundancia alrededor de los 500 metros de profundidad en medusas, ctenóforos y apendicularias (Youngblth et al., 2008). Asimismo, estos organismos se han registrado a más de 6000 metros de profundidad (Gili, 2008), tomando en cuenta la dificultad metodológica que supone recolectar organismos de cuerpo blando a grandes profundidades y que complica la cuantificación precisa de su abundancia en aguas ultra-profundas. Estos organismos representan el segundo grupo más dominante de la

comunidad de zooplancton, luego de los copépodos, en aguas profundas asociadas a montes submarinos (Yáñez et al., 2009).

1.3 Montes submarinos como modelo de estudio

En términos de avances tecnológicos, desarrollos recientes han permitido el estudio del ambiente marino en el océano profundo, y los montes submarinos han recibido atención debido a sus características ambientales únicas, con altas tasas de productividad primaria, siendo reportado valores máximos de clorofila cercanos a 1 mg m^{-3} , el cual es explicado por su geomorfología y los patrones de circulación asociados que promueven la surgencia local (Andrade et al., 2014).

Estas áreas han sido seleccionadas como modelo de estudio para la descripción patrones de distribución, abundancia y estructura comunitaria del zooplancton en los últimos años (Frederick et al., 2018; Fierro, 2019; Fernández-Zapata, 2020) En estos estudios, además se han descrito las condiciones oceanográficas de los montes submarinos pertenecientes a la Dorsal de Juan Fernández, destacando la presencia de 3 masas de agua (subantárticas, ecuatoriales subsuperficiales e intermedias antárticas), altos niveles de fluorescencia ($0,75 \pm 0,1 \text{ [ug/L]}$), temperatura superficial promedio de $13,11 \pm 0,3 \text{ }^\circ\text{C}$ y una mínima de oxígeno que abarca desde los $\sim 150\text{m}$ hasta los $\sim 400 \text{ m}$ de profundidad (Fierro-González, 2019; Valencia, 2019 & Fernández-Zapata, 2020).

1.4 Presión hidrostática y distribución zooplanctónica.

La presión hidrostática ha sido descrita como una variable importante para determinar la estructura de la comunidad de zooplancton en la columna de agua, ya que altera la flotabilidad de los organismos quitinosos, dificultando que se mantengan a una profundidad determinada (Zarubin et al 2015). Además de afectar a la permeabilidad de la membrana bicapa lipídica, aumentando las proporciones de ácidos grasos insaturados en esta membrana, donde el ácido docosahexaenoico (DHA) es el componente clave para las adaptaciones fisiológicas del zooplancton que realiza migraciones verticales (Pond et al 2014). Sin embargo, dentro del

zooplancton gelatinoso existen organismos capaces de cambiar su flotabilidad ajustando la cantidad de líquido y gas en su cuerpo (Haddock et al., 2010), reducir su tamaño corporal cuando la presión es considerablemente alta (Choy et al., 2017) e incluso presentan adaptaciones fisiológicas como cambios en la composición de las membranas celulares que les permiten sobrevivir en estas condiciones (Purcell et al., 2007).

En el marco de este proyecto, se investiga el efecto diferenciado de la presión, en combinación con otras variables oceanográficas, sobre diversos grupos pertenecientes al zooplancton quitinoso y gelatinoso. Y cómo esto impacta en la distribución vertical de estas comunidades.

2.- HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1 Hipótesis

“Existe un cambio en la dominancia entre el zooplancton quitinoso y el zooplancton gelatinoso conforme aumenta la distancia entre el monte submarino y la superficie oceánica, debido a cambios en las condiciones oceanográficas que afectan la composición física de los organismos”.

2.2 Objetivo general:

Detectar cambios en los patrones de distribución vertical y en la contribución relativa al total de la comunidad de dos grupos de zooplancton bien diferenciados en una región de montes submarinos.

2.3 Objetivos específicos:

1. Determinar la distribución vertical del zooplancton quitinoso y gelatinoso en aguas profundas situadas en la región del monte submarino O’Higgins.
2. Caracterizar las variables oceanográficas encontradas alrededor del monte submarino O’Higgins durante el invierno austral del 2015.
3. Evaluar cambios de dominancia en la columna de agua entre el zooplancton quitinoso y gelatinoso asociado a las condiciones oceanográficas encontradas en varias estaciones cercanas al monte submarino O’Higgins.

3.- METODOLOGÍA

3.1 Área de estudio

El muestreo se realizó en septiembre de 2015 en el crucero oceanográfico FIP No. 2014-04, a bordo del R/V chileno “Abate Molina”. que se llevó a cabo en la dorsal de Juan Fernández. Para el presente estudio, se seleccionó el monte submarino O'Higgins (MO, 32° 54'S; 73° 34'O) (Figura 1), el cual se encuentra a 250 km aproximadamente de la costa chilena. Este monte presenta dos elevaciones, la primera cumbre de 400 m y la segunda de 800 m de profundidad, por otra parte, se caracteriza por una influencia de surgencia local.

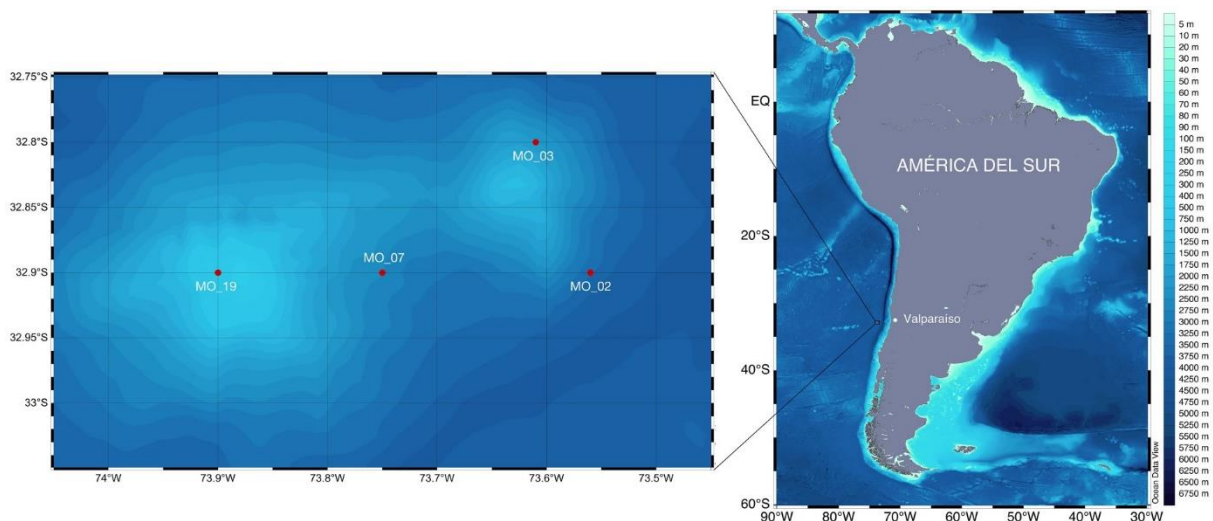


Figura 1: Localización de las estaciones muestreadas alrededor del Monte submarino O'Higgins en el Pacífico Sudeste.

3.2 Variables oceanográficas

En el transcurso del crucero se obtuvo información sobre las variables oceanográficas para caracterizar las condiciones ambientales de la zona de estudio. Con este fin, se desplegó el equipo oceanográfico autónomo CTD-O modelo SeaBird que proporcionó las mediciones de las variables temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y fluorescencia en la columna de agua, desde la superficie hasta los 2000 metros aproximadamente, dependiendo de la batimetría de la estación de muestreo.

3.3 Recolección de muestras zooplanctónicas.

La recolección de muestras de zooplancton fue realizada mediante un lance vertical estratificado a 1 m s^{-1} , con una red de zooplancton tipo Midi, Multinet HYDROBIOS con una apertura (boca de red) 0.25 m^2 , la cual está equipada con cierre automático pre-programado de 5 redes de $200 \mu\text{m}$ de trama, copo filtrante y flujómetro integrado calibrado. Esta configuración permitió obtener muestras de 5 estratos, 0-100m, 100-200m, 200-400m, 400-600m y 600-700m de profundidad, que se definieron por la batimetría del lugar y la capacidad de descenso de la red. Finalmente, la muestra de la red se dividió en 2 fracciones utilizando un divisor Motoda de 2 L; una fracción (1/2 de la muestra total) se fijó en una solución de formalina tamponada con bórax al 10% para los estudios de composición y diversidad realizados en este trabajo.

3.4 Análisis de muestras

En laboratorio, se analizaron un total de 20 muestras correspondientes a 4 estaciones de muestreo. Los organismos se cuantificaron con la ayuda de un microscopio Ivens SE2200, identificando a niveles taxonómicos mayores los grupos presentes en la muestra mediante el uso de bibliografía especializada como la guía de identificación “Plancton marino de aguas chilenas” (Palma & Kaiser 1993). La identificación se basó en los caracteres morfológicos distintivos y representativos de cada grupo. Adicionalmente se trabajó con la base de datos

correspondiente a las abundancias del grupo de ctenóforos y copépodos registrados el MO, en el crucero FIP No. 2014-04, por Fernández-Zapata (2017) y Fierro-González (2019), respectivamente. La abundancia total de los diferentes grupos se estandarizó a metros cúbicos (ind. m⁻³) y se estimó la abundancia relativa, en porcentaje (%).

3.5 Análisis de variables ambientales

Los datos obtenidos con el CTD-O SeaBird fueron procesados y ordenados en el programa Microsoft Excel incluyendo tablas con la desviación estándar y promedio para cada variable en cada estación y estrato.

Se realizaron perfiles verticales de todas las variables (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, fluorescencia y presión) a lo largo de la columna de agua en cada estación del Monte O'Higgins y un diagrama T-S para identificar las distintas masas de agua presentes en el monte con el software Ocean Data View (ODV) v. 6.5.3 (Schlitzer, 2002).

3.6 Análisis estadísticos

Las variables oceanográficas (temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, fluorescencia y presión) se normalizaron a partir de las medias ponderadas de cada variable, con el fin de reducir la variabilidad dimensional.

Para el análisis de los datos biológicos, se comenzó con un pre-tratamiento de los datos en el software Primer v7 (Clarke & Gorley, 2015), que consistió en aplicar una transformación a las abundancias (ind. m⁻³) a raíz a la cuarta, lo que permite comparar a los grupos dominantes con aquellos que presentan muy bajas abundancias. Se estimaron los índices de diversidad tales de Pielou (J') y Shannon (H') utilizando las fórmulas $J' = H'/\text{Log}(S)$; $H' = -\text{SUM}(\text{Pi} * \text{Log}(\text{Pi}))$

Para evaluar el efecto de las variables ambientales sobre la abundancia de los organismos, se aplicó un modelo aditivo generalizado (GAM, por sus siglas en inglés) debido a que los datos poseían más de una moda, se utilizaron las librerías *mgcv* versión 1.8-42 (Wood, 2017), *MuMin* versión 1.47.5 (Barton, 2023), *pedometrics* versión 0.12.1 (Sammuel-Rosa, 2022) y *gratia* versión 0.8.1 (Simpson, 2023). Este análisis estadístico permitió considerar todas las variables ambientales al no verse afectado por interferencias debido a la autocorrelación. Así, se desarrollaron diferentes modelos con las distintas posibles combinaciones de variables ambientales (16 combinaciones) para luego determinar el mejor modelo al cual responde la abundancia de nuestros organismos mediante el criterio de comparación de Akaike (AIC), según el cual el modelo con menor valor es aquel que mejor se ajusta a los datos con el software R (R Core Team, 2020).

4.- RESULTADOS

4.1 Condiciones oceanográficas en el Monte O'Higgins

Los valores más altos de oxígeno disuelto se encontraron en el estrato superficial de la columna de agua (0-100 m) en todas las estaciones, con un valor promedio de 4.49 ± 0.40 mL L⁻¹ (Fig. 2) propio de las aguas subantárticas (ASAA, Fig. 3). Esta masa de agua presentó también los mayores valores de temperatura (13.11 ± 0.13 °C) y fluorescencia (0.75 ± 0.11 ug L⁻¹) en la columna de agua, así como niveles promedio de salinidad de 34.25 ± 0.09 . Conforme aumentaba la profundidad se observó una abrupta disminución en el oxígeno disuelto, resultando en una zona de mínima de oxígeno en los estratos subsuperficiales de 100-200 m y 200-400 m, con valores promedios de 0.96 ± 0.26 mL L⁻¹ y 0.67 ± 0.05 mL L⁻¹, respectivamente, típico de las aguas ecuatoriales subsuperficiales (AESS). La salinidad, sin embargo, mostró un patrón contrario al resto de variables; en los estratos subsuperficiales aumentó levemente hasta un valor promedio de 34.52 ± 0.03 . Finalmente, en los estratos profundos de 400-600 m y 600-700 m, correspondientes a aguas intermedias antárticas (AIAA, Fig. 3), se evidenció un incremento del oxígeno disuelto hasta 2.96 ± 0.07 mL L⁻¹ y 3.49 ± 0.10 mL L⁻¹, respectivamente, y una paulatina disminución de la temperatura hasta

alcanzar 5.36 ± 0.08 °C en el estrato más profundo, donde la salinidad era igual a 34.32 ± 0.01 (Tabla 1 y Fig. 2). Al igual que la temperatura, los valores de fluorescencia en la columna de agua disminuyeron desde la superficie, mostrando un valor mínimo de 0.05 ± 0.01 $\mu\text{g L}^{-1}$ a 700 m.

Tabla 1: Resumen (Media DS) de las variables oceanográficas de la columna de agua en cada estación del Monte O'Higgins.

Estación	Estrato (m)	Temperatura (°C)	Oxígeno disuelto (mL L^{-1})	Salinidad	Fluorescencia ($\mu\text{g/L}$)	Presión (db)
MO-02	0-100	$12,94 \pm 1,00$	$3,97 \pm 1,41$	$34,32 \pm 0,07$	$0,61 \pm 0,64$	52 ± 28
	100-200	$11,04 \pm 0,20$	$0,71 \pm 0,55$	$34,56 \pm 0,09$	$0,05 \pm 0,01$	150 ± 29
	200-400	$9,12 \pm 0,94$	$0,65 \pm 0,40$	$34,54 \pm 0,06$	$0,04 \pm 0,01$	300 ± 57
	400-600	$6,45 \pm 0,53$	$2,94 \pm 0,62$	$34,36 \pm 0,04$	$0,04 \pm 0,00$	500 ± 57
	600-700	$5,34 \pm 0,14$	$3,57 \pm 0,19$	$34,31 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,00$	650 ± 29
Promedio	0-700	$8,61 \pm 2,63$	$2,20 \pm 1,53$	$34,43 \pm 0,12$	$0,12 \pm 0,31$	330 ± 246
MO-03	0-100	$13,10 \pm 1,25$	$4,48 \pm 1,25$	$34,27 \pm 0,03$	$0,74 \pm 0,56$	52 ± 28
	100-200	$10,71 \pm 0,19$	$0,94 \pm 0,64$	$34,50 \pm 0,10$	$0,05 \pm 0,01$	150 ± 29
	200-400	$8,93 \pm 0,81$	$0,70 \pm 0,35$	$34,53 \pm 0,05$	$0,04 \pm 0,00$	300 ± 57
	400-600	$6,34 \pm 0,61$	$3,05 \pm 0,69$	$34,35 \pm 0,04$	$0,04 \pm 0,00$	500 ± 57
	600-700	$5,26 \pm 0,14$	$3,42 \pm 0,20$	$34,32 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,00$	650 ± 29
Promedio	0-700	$8,49 \pm 2,66$	$2,32 \pm 1,57$	$34,41 \pm 0,11$	$0,14 \pm 0,32$	330 ± 246
MO-07	0-100	$13,25 \pm 0,86$	$4,57 \pm 1,24$	$34,30 \pm 0,04$	$0,88 \pm 0,68$	52 ± 28
	100-200	$10,96 \pm 0,32$	$0,86 \pm 0,53$	$34,53 \pm 0,08$	$0,06 \pm 0,02$	150 ± 29
	200-400	$9,03 \pm 0,86$	$0,70 \pm 0,39$	$34,53 \pm 0,05$	$0,05 \pm 0,01$	300 ± 57
	400-600	$6,41 \pm 0,51$	$2,97 \pm 0,54$	$34,36 \pm 0,03$	$0,04 \pm 0,00$	500 ± 57
	600-700	$5,44 \pm 0,14$	$3,39 \pm 0,16$	$34,33 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,00$	650 ± 29
Promedio	0-700	$8,62 \pm 2,66$	$2,30 \pm 1,56$	$34,42 \pm 0,11$	$0,16 \pm 0,38$	330 ± 246
MO-19	0-100	$13,16 \pm 0,59$	$4,93 \pm 0,83$	$34,11 \pm 0,03$	$0,77 \pm 0,45$	52 ± 28
	100-200	$10,86 \pm 0,15$	$1,31 \pm 0,90$	$34,44 \pm 0,14$	$0,04 \pm 0,00$	150 ± 29
	200-400	$9,31 \pm 0,86$	$0,61 \pm 0,28$	$34,53 \pm 0,05$	$0,06 \pm 0,01$	300 ± 57
	400-600	$6,55 \pm 0,64$	$2,88 \pm 0,77$	$34,36 \pm 0,04$	$0,04 \pm 0,00$	500 ± 57
	600-700	$5,40 \pm 0,18$	$3,58 \pm 0,09$	$34,31 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,00$	650 ± 29
Promedio	0-700	$8,71 \pm 2,62$	$2,39 \pm 1,63$	$34,38 \pm 0,15$	$0,15 \pm 0,30$	330 ± 246

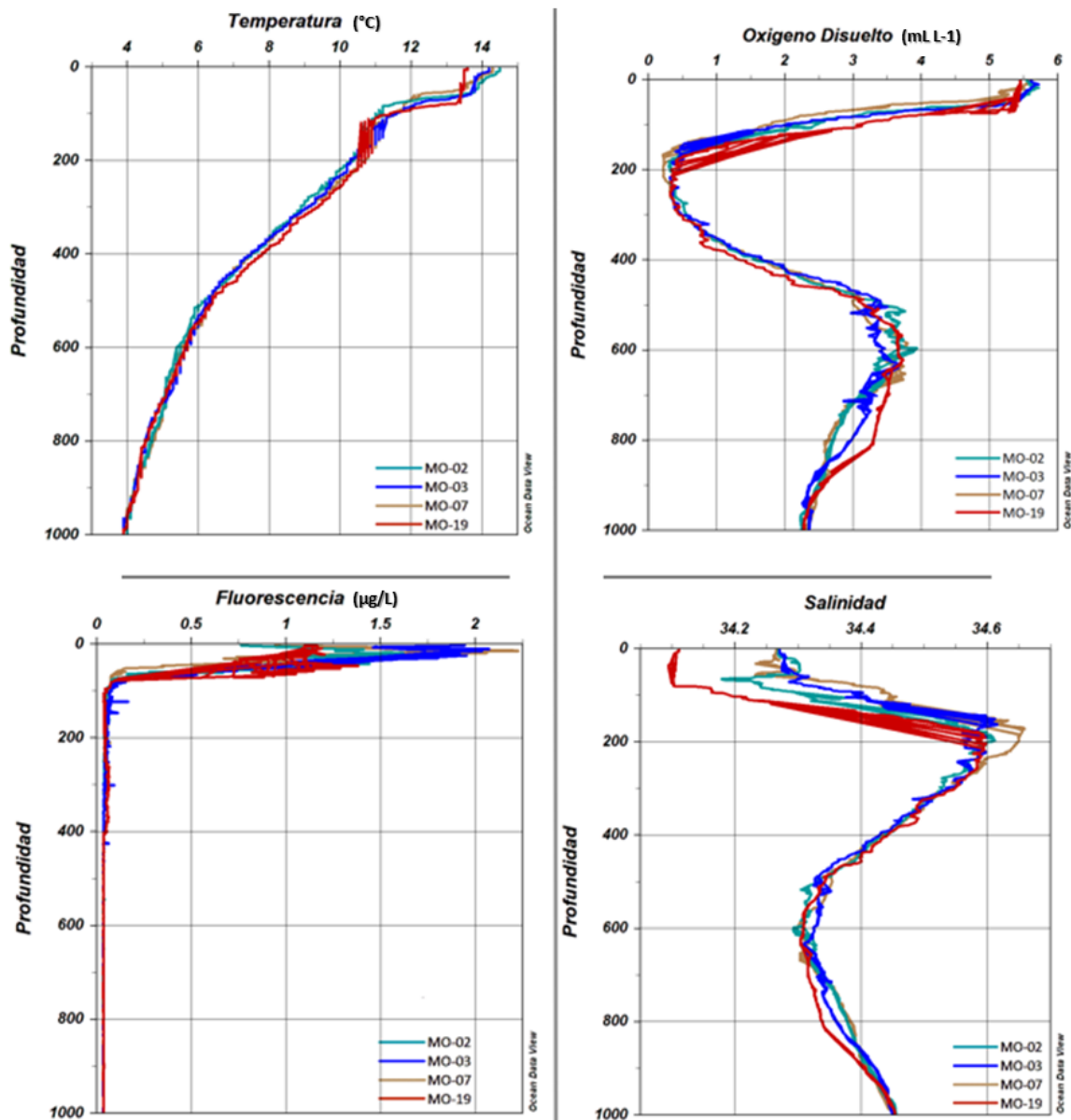


Figura 2: Perfil de Temperatura (°C), Oxígeno disuelto (mL L⁻¹), Fluorescencia (µg/L) y Salinidad en las estaciones del Monte O'Higgins.

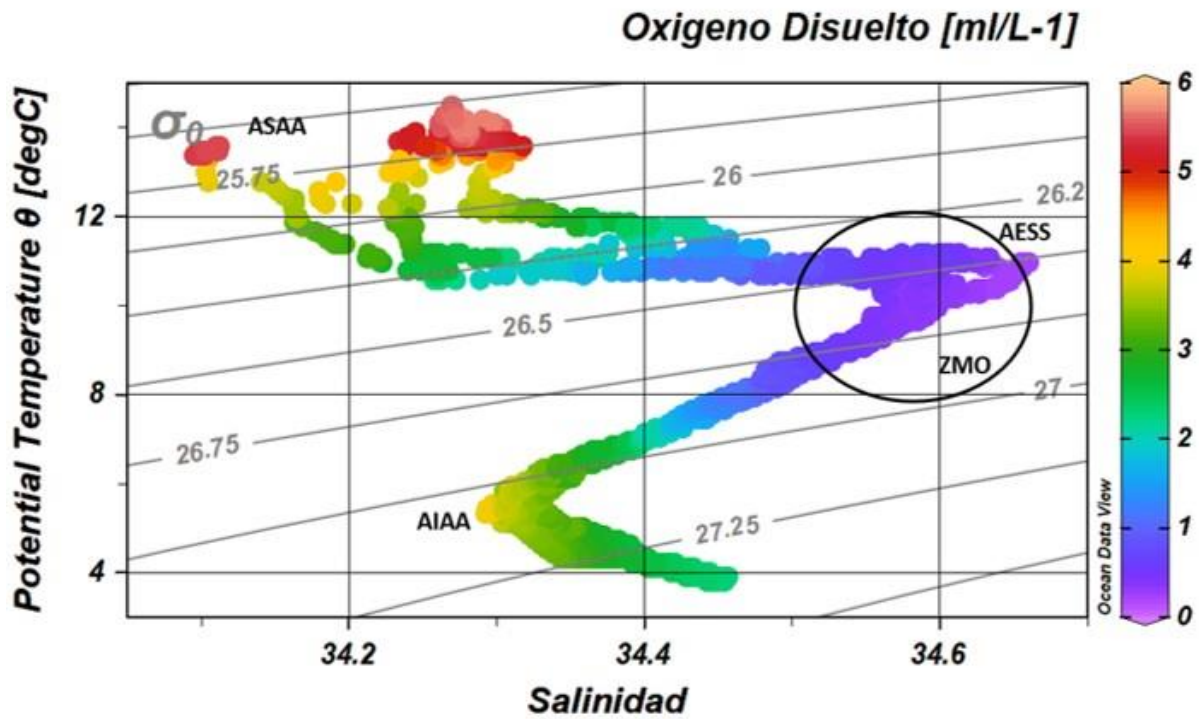


Figura 3: Diagrama T-S para las estaciones del Monte O'Higgins. ASAA= Agua Subantártica; AESS= Agua Ecuatorial Subsuperficial; AIAA= Agua Intermedia Antártica; ZMO= Zona de Mínima Oxígeno.

4.2 Distribución y abundancia de las comunidades

Para las estaciones estudiadas alrededor de la región del Monte O'Higgins se identificaron un total de 14 grupos taxonómicos zooplanctónicos. De estos grupos, 6 de ellos (copépodos, eufáusidos, zoeas, ostrácodos, cladóceros y anfípodos) incluían organismos quitinosos, mientras que otros 6 grupos (ctenóforos, quetognatos, apendicularias, doliólidos, sifonóforos e hidromedusas) estaban compuestos por organismos gelatinosos. Por otro lado, 2 grupos (poliquetos y larvas de pez) no se clasificaron como organismos quitinosos ni gelatinosos.

En todas las estaciones se observó un patrón general en las abundancias (ind. m⁻³), las mayores abundancias se encontraron en los primeros 100 metros de la columna de agua. Los copépodos fue el grupo dominante en todos los estratos y estaciones, presentando su máxima abundancia en el estrato superficial de la estación MO-03 (2972 ind. m⁻³), seguido por los quetognatos que presentaron abundancias máximas en el mismo estrato de la estación MO-19 (24 ind. m⁻³, ver Tabla 2).

En la zona de mínimo de oxígeno (ZMO, estratos 100-200 m y 200-400 m), se observó una disminución en las abundancias de casi todos los grupos y la ausencia de algunos de ellos, tales como zoeas, apendicularias y doliólidos. El grupo de los ostrácodos fue el único que presentó aumento en sus abundancias con un máximo registrado para la estación MO-07 (9 ind. m⁻³ en el estrato de 100-200 m; ver Tabla 2). Por debajo de estas capas de agua deficientes en oxígeno, se registró un incremento de la biodiversidad de zooplancton al observarse de nuevo la presencia de los grupos ausentes en la ZMO. Las abundancias de los organismos en estas aguas más profundas fueron, sin embargo, menores que en aguas superficiales, principalmente en el estrato más profundo (600-700 m) donde se reportaron los valores mínimos (Tabla 2).

Tabla 2: Abundancias (ind. m⁻³) para todos los grupos zooplanctónicos identificadas para las distintas estaciones muestreadas para el Monte O'Higgins durante el crucero FIP No. 2014-04

Monte	Estación	Estrato	Copépodos	Eufáusidos	Zoeas	Ostrácodos	Cladóceros	Anfípodos	Ctenóforos	Quetognatos	Apendicularias	Doliolidos	Sifonóforos	Hidromedusa	Poliquetos	Larvas de pez	Total	
Monte O'Higgins	MO-02	0-100	196,9	9,7	3,6	2,2	0,3	0,0	0,7	9,3	3,9	0,3	3,3	0,0	2,6	0,1	232,6	
		100-200	137,2	1,1	0,4	2,9	0,4	0,0	0,1	1,9	0,6	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	282,4	
		200-400	148,2	0,0	0,0	2,2	0,2	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	151,3	
		400-600	41,0	0,6	0,9	1,0	0,0	0,0	0,3	1,4	0,5	0,0	0,1	0,0	0,7	0,0	46,6	
	MO-03	600-700	5,0	0,1	0,1	0,4	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9
		0-100	2971,6	15,0	2,5	1,3	0,0	0,2	1,9	17,1	1,2	0,4	0,7	0,1	2,7	0,0	2494,4	
		100-200	241,2	0,5	0,1	3,1	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	170,9	
		200-400	130,5	0,2	0,1	5,2	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	109,4	
	MO-07	400-600	15,9	0,6	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,2
		600-700	5,3	0,1	0,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	6,1	
		0-100	720,0	26,2	11,3	4,2	0,0	0,1	3,2	13,5	2,4	1,2	1,5	0,0	1,4	0,2	937,8	
		100-200	25,8	1,2	0,5	8,9	0,0	0,0	1,0	2,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,4	0,0	51,6	
	MO-19	200-400	52,3	0,1	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,1	0,2	0,0	0,4	0,0	71,5	
		400-600	25,5	0,3	0,2	1,1	0,0	0,0	0,2	0,7	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0	32,1	
		600-700	5,0	0,0	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	6,2	
		0-100	160,2	5,9	2,8	2,4	0,0	0,2	0,6	24,4	2,1	0,6	5,9	2,5	8,3	0,0	215,8	
	MO-19	100-200	49,2	0,2	0,0	1,9	0,0	0,0	0,1	1,7	0,1	0,0	0,3	0,4	0,4	0,0	54,3	
		200-400	35,0	0,1	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	39,2	
		400-600	35,4	0,2	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1	0,1	0,0	0,4	0,0	37,8	
		600-700	15,4	0,2	0,1	0,5	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	16,8	

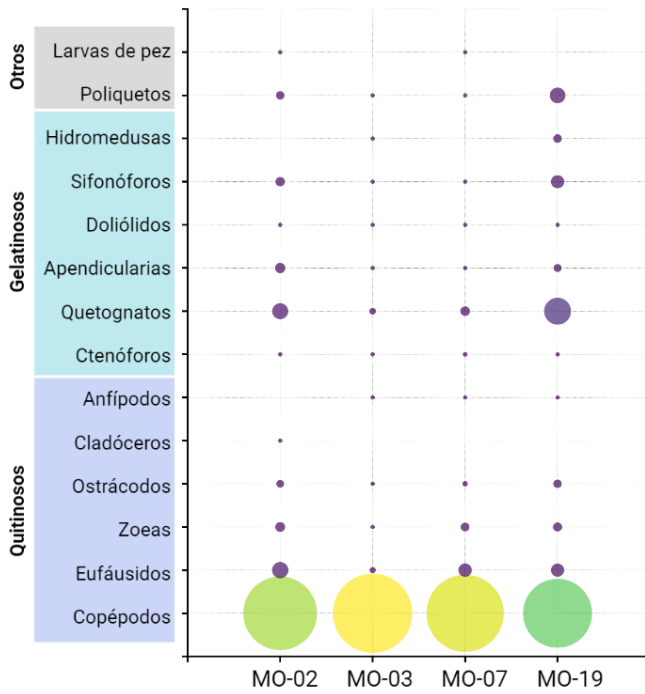
Al comparar las abundancias relativas, expresadas como porcentaje (%), se observó que la abundancia de los copépodos dentro de la comunidad de zooplancton es mayor al 90% en la mayoría de las estaciones y estratos de profundidad, exceptuando el estrato 100-200 m donde presentaron su menor valor relativo con un 73%. En la distribución vertical, se observó que la abundancia relativa de los copépodos tendió a disminuir a medida que aumentaba la profundidad. En contraste, los ostrácodos, que representan el segundo grupo más abundante, incrementaron su valor relativo desde la zona epipelágica hacia aguas profundas (Figura 3).

Respecto al zooplancton gelatinoso, los quetognatos destacaron como el segundo grupo más importante en cuanto a su abundancia relativa en las aguas superficiales de la estación costera (MO-02) y oceánica (MO-19), alcanzando un valor máximo de 11,3% en esta última estación. En las estaciones intermedias MO-03 y MO-07, en cambio, su importancia relativa fue menor, presentando un ligero incremento en sus porcentajes en la capa más profunda (Figura 4).

Las mayores diferencias en la distribución del zooplancton quitinoso y gelatinoso se encontraron en la componente horizontal, es decir con respecto a la distancia a costa. Al comparar las abundancias relativas de ambos grupos se aprecia un cambio en la contribución de organismos gelatinosos a la comunidad de zooplancton en la estación más lejana a la costa (MO-19), donde alcanzó un valor máximo del 9.4%, que supone un incremento neto del 8.5% respecto a lo encontrado en el MO-03 (Figura 5).

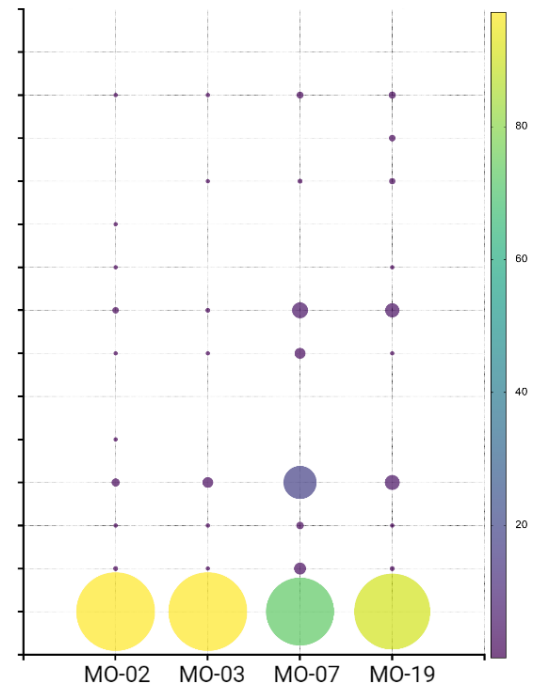
Monte O'Higgins (0-100m)

Abundancia relativa (%)



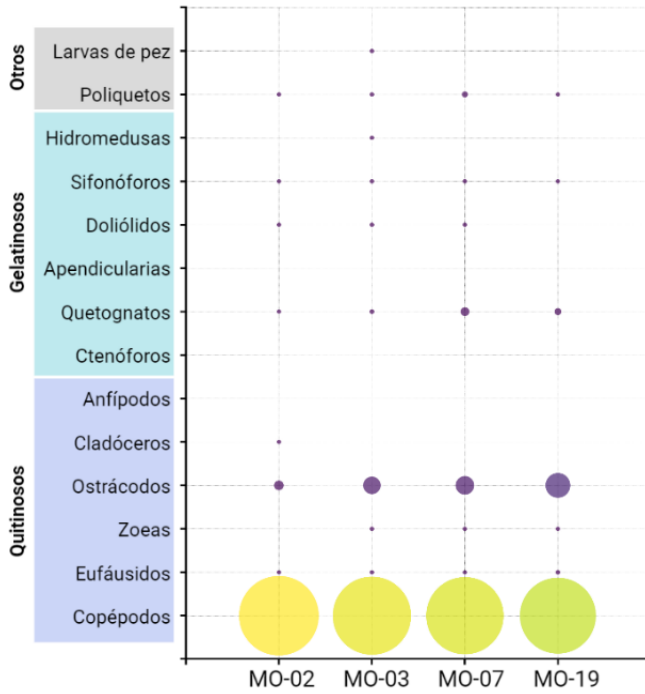
Monte O'Higgins (100-200m)

Abundancia relativa (%)



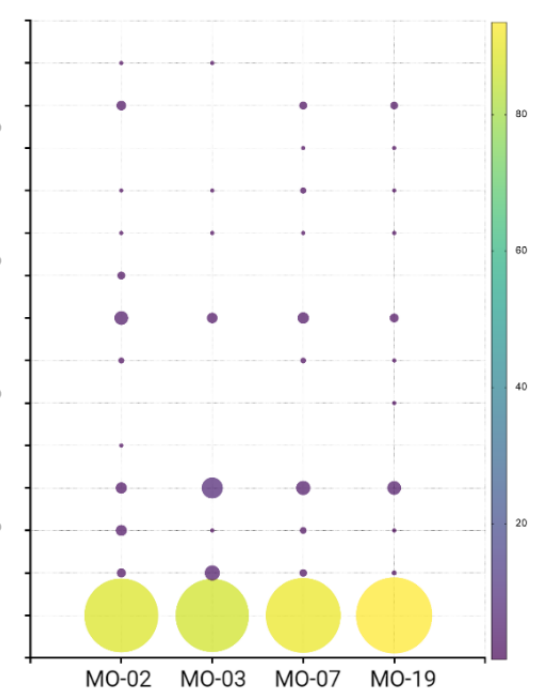
Monte O'Higgins (200-400m)

Abundancia relativa (%)



Monte O'Higgins (400-600m)

Abundancia relativa (%)



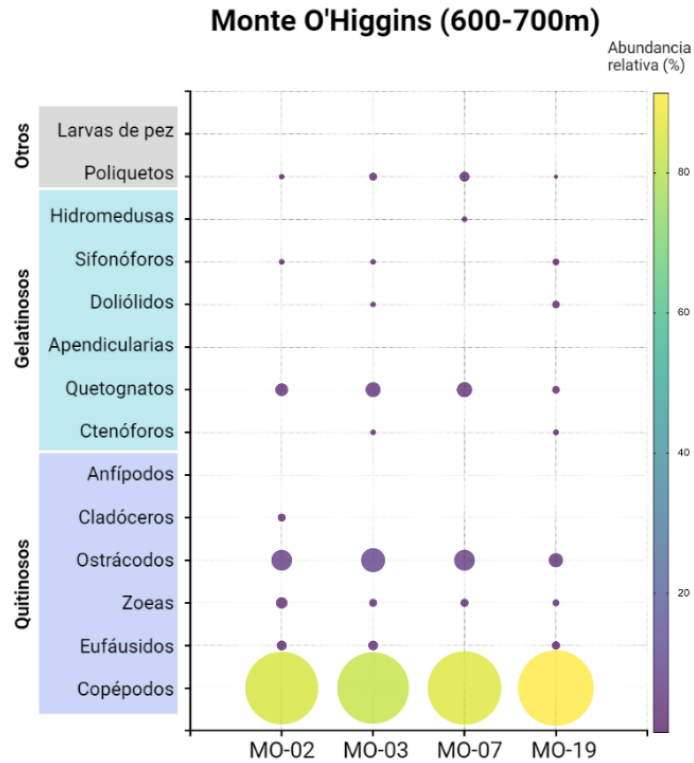


Figura 4: Abundancia relativa (%) para cada grupo zooplanctónicos, para los diferentes estratos y estaciones muestreadas para el Monte O'Higgins durante el crucero FIP No. 2014-04

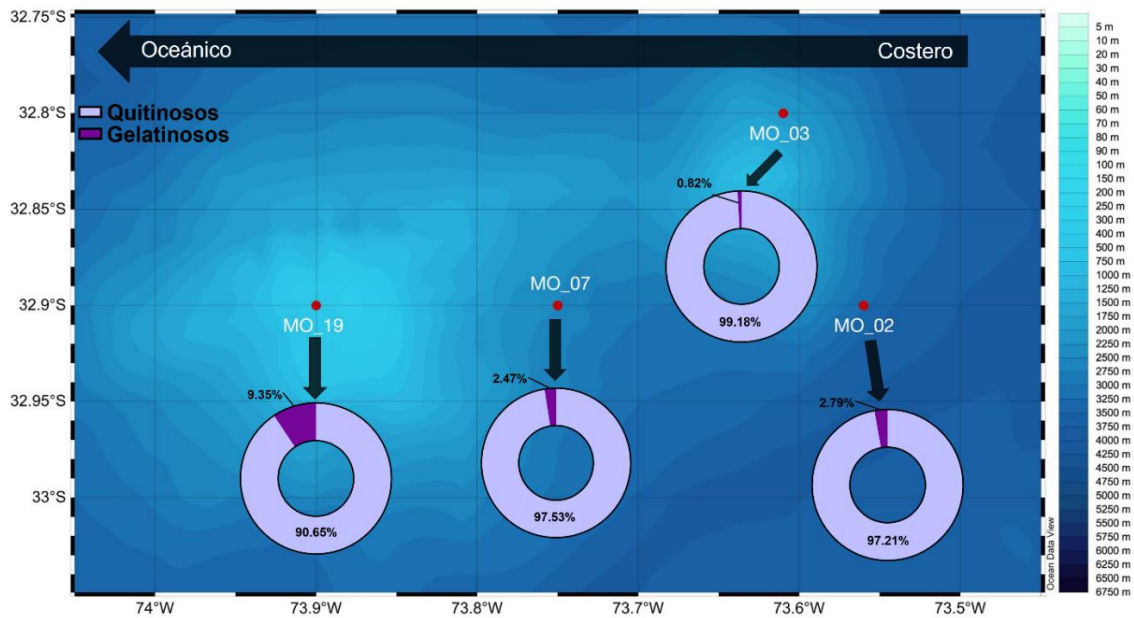


Figura 5: Abundancia relativa (%) integrada de organismos quitinosos vs gelatinosos para cada estación del Monte O'Higgins.

4.3 Descriptores comunitarios

En la tabla 3 se presentan los resultados de los descriptores ecológicos para la comunidad del zooplancton en el área de estudio. En general, el mayor número de grupos (S) se encontró en el estrato superficial (0-100 m) y en el estrato inmediatamente inferior a la ZMO (400-600 m). Los valores máximos de abundancias, en cambio, fueron detectados consistentemente en los primeros 100 m de la columna de agua, detectándose diferencias significativas entre las distintas estaciones. En este sentido, la estación MO-03 presentó una abundancia igual a 3014 ind. m⁻³, un valor muy superior al registrado en el resto de las estaciones (Tabla 3).

De acuerdo con el índice de equitatividad de Pielou (J'), se observa una alta dominancia de un grupo sobre los demás en la estación MO-02 (valor cercano a 0), intensificándose esta dominancia en la ZMO. En la estación MO-03 se da el caso en el cual la dominancia se va atenuando a medida que aumenta la profundidad, en la estación MO-07 se muestra que entre los 100-200 m. hay una mayor equitatividad entre los grupos (valor cercano a 1), sin embargo, en los demás estratos se ve una alta dominancia. Para la estación más oceánica MO-19, el estrato superior presenta una menor dominancia respecto a los estratos inferiores (Tabla 3).

Por otro lado, el índice de diversidad de Shannon (H') presentó mayoritariamente valores menores a 1 en todas las estaciones, indicando una baja biodiversidad. Los menores valores de diversidad se encontraron en la ZMO para las estaciones MO-02 y MO-03, así como en la capa más superficial de ésta última estación. La estación MO-19, en cambio, se observó un patrón contrario al encontrado en el resto de las estaciones, cuyos valores H' disminuyeron conforme aumentaba la profundidad (Tabla 3).

Estación	Estrato	Comunidad completa				Quitinosos				Gelatinosos			
		S	N (ind. m ⁻³)	J'	H'	S	N (ind. m ⁻³)	J'	H'	S	N (ind. m ⁻³)	J'	H'
MO-02	0-100	12	233	0,291	0,722	5	213	0,208	0,335	5	17	0,730	1,175
	100-200	10	145	0,132	0,304	5	142	0,113	0,181	4	3	0,553	0,767
	200-400	8	151	0,058	0,12	4	151	0,062	0,086	3	0	0,422	0,463
	400-600	12	47	0,241	0,598	5	44	0,179	0,288	5	2	0,636	1,024
	600-700	8	6	0,323	0,672	5	6	0,313	0,503	2	0	0,650	0,451
MO-03	0-100	12	3014	0,039	0,097	5	2991	0,026	0,043	6	21	0,422	0,757
	100-200	8	246	0,057	0,118	4	245	0,061	0,085	3	1	0,422	0,463
	200-400	10	137	0,091	0,209	4	136	0,129	0,179	4	0	0,549	0,761
	400-600	8	18	0,246	0,512	4	18	0,289	0,400	3	0	0,515	0,566
	600-700	9	6	0,325	0,715	4	6	0,322	0,446	4	0	0,678	0,940
MO-07	0-100	12	785	0,172	0,428	5	762	0,162	0,261	5	22	0,724	1,165
	100-200	8	40	0,521	1,084	4	36	0,542	0,752	3	3	0,742	0,816
	200-400	8	58	0,198	0,411	4	56	0,194	0,269	3	1	0,638	0,701
	400-600	10	29	0,232	0,533	4	27	0,198	0,275	5	1	0,691	1,111
	600-700	6	6	0,337	0,604	3	6	0,309	0,339	2	0	0,544	0,377
MO-19	0-100	12	216	0,415	1,031	5	171	0,195	0,313	6	36	0,583	1,045
	100-200	10	54	0,2	0,461	4	51	0,137	0,189	5	3	0,625	1,006
	200-400	7	39	0,206	0,402	4	39	0,246	0,342	2	0	0,469	0,325
	400-600	11	38	0,14	0,336	5	37	0,108	0,174	5	1	0,616	0,992
	600-700	9	17	0,205	0,451	4	16	0,186	0,258	4	1	0,986	1,366

Tabla 3: Descriptores comunitarios, Riqueza (S), abundancia (N), Pielou (J'), Shannon (H') para los diferentes estratos de las estaciones del Monte O'Higgins. Para la comunidad completa, organismos quitinosos y organismos gelatinosos.

4.4 Efecto de las variables ambientales sobre las comunidades

Según la información entregada por los GAM, las abundancias de cada uno de los grupos respondieron de forma diferente a las variables ambientales (Tabla 4). Los modelos que se presentan en la tabla corresponden a aquellos con el menor valor del criterio de información de Akaike corregido (AICc), es decir aquellos que considerando ciertas variables presentan un mejor ajuste, siendo además los que explican una mayor varianza de los datos. Los cladóceros fueron la única excepción, donde el modelo con mejor ajuste solo respondió un 3.68% de la varianza.

Para el grupo más abundante de zooplancton, los copépodos, el modelo que mejor explicó sus abundancias consideraba la salinidad, el oxígeno disuelto y la presión. Dentro de los organismos gelatinosos, la abundancia de quetognatos respondió principalmente a cambios en el oxígeno disuelto y la presión. En general, la temperatura en la columna de agua fue la variable ambiental que menos explica la distribución de los distintos grupos de la comunidad zooplanctónica.

Tabla 4: Selección de modelos que mejor explicaban las abundancias de los diferentes grupos presentes en el Monte O'Higgins. Destacando el mejor modelo al que responde el conjunto de organismos quitinosos y gelatinosos.

Grupo	Modelo	df	AICc	Varianza explicada
Copépodos	Salinidad + Oxígeno + Presión	5	53,798	78.6%
Eufáusidos	Salinidad + Oxígeno + Presión	5	-3,238	92.5%
Zoeas	Salinidad + Oxígeno + Presión	5	1,240	82.9%
Ostrácodos	Oxígeno + Presión	4	-15,638	74.3%
Cladóceros	Salinidad	3	11,902	3.68%
Anfípodos	Temperatura + Oxígeno	6	-17,403	81.9%
Quitinosos	Temperatura + Oxígeno + Salinidad + Presión	7	55,112	95.3%
Ctenóforos	Presión	4	11,079	70.7%
Quetognatos	Oxígeno + Presión	4	-21,623	95.0%
Apendicularias	Oxígeno + Presión	4	11,832	76.4%
Doliólidos	Temperatura	4	1,450	68.1%
Sifonóforos	Salinidad + Presión	4	0,233	77.3%
Hidromedusas	Salinidad + Oxígeno + Presión	5	5,212	67.1%
Gelatinosos	Oxígeno + Presión	4	46,330	91.8%
Poliquetos	Salinidad + Presión	4	1,055	72.5%
Larvas de pez	Salinidad + Oxígeno	4	-0,434	28%

5.- DISCUSIÓN

Este trabajo pretende describir la distribución vertical de diferentes grupos zooplanctónicos presentes en las estaciones circundantes del monte submarino O'Higgins y su relación con las variables ambientales en la columna de agua, tratando de establecer diferencias entre dos grupos de zooplancton diferenciados por su morfología y ecología: los organismos quitinosos, más abundantes, y los gelatinosos. Nuestros datos muestran que este monte presenta una marcada ZMO que podría estar funcionando como una barrera física natural para los organismos, con notables diferencias en abundancias y ausencias de grupos dentro de esta zona respecto a otras capas bien oxigenadas. Asimismo, se encontró diferencias entre las abundancias relativas de los organismos quitinosos en comparación a los organismos gelatinosos, pero ésta se detectó principalmente en su componente horizontal con respecto a la distancia a costa.

5.1 Variables ambientales

El monte O'Higgins pertenece a la dorsal de Juan Fernández, siendo el monte submarino más cercano a la costa (Frederick et al., 2018). Todos los montes de esta dorsal presentan una fuerte estratificación, siendo posible identificar 3 masas de agua claramente diferenciadas por sus características oceanográficas: la masa de Agua Subantártica (ASSA, ~0-100 m), bien oxigenada con altas temperaturas y una baja salinidad, el Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS, ~100-400 m), situada bajo la termoclina y pobre en oxígeno, y el Agua Antártica Intermedia (AIAA, 400-700 m), caracterizada por sus bajas temperaturas (Chiang & Quiñones, 2007; Yáñez et al., 2009 y Frederick et al., 2018). Si bien la presencia del AESS es característica en la zona subsuperficial de la región, el Monte O'Higgins, en comparación con otros montes de la dorsal de Juan Fernández cuenta con la presencia de una ZMO con valores más bajos de oxígeno disuelto ($<1 \text{ mL O}_2 \text{ L}^{-1}$) de acuerdo con Frederick et al., (2018). Por otro lado, cabe destacar que la extensión que ocupa la ZMO en la columna de agua de esta región puede variar en el tiempo, con trabajos que sitúan la profundidad máxima de la zona hipóxica ($<1 \text{ mL O}_2 \text{ L}^{-1}$) en torno a los 280 m (Cañete & Häusseman, 2012), una profundidad significativamente más somera de lo encontrado en este trabajo (400 m). Dada

la importancia que tiene la disponibilidad del oxígeno en la distribución de la mayoría de los grupos de zooplancton de acuerdo con los modelos estadísticos (Tabla 4), es razonable presumir que la estructura de la comunidad en la columna de agua alrededor del Monte O'Higgins cambiará estacionalmente de acuerdo con la profundidad de la ZMO tal y como se ha descrito en zonas más costeras para la población de copépodos (Escribano et al., 2009). En este sentido, la recolección de las muestras utilizadas en este estudio se llevó a cabo a finales del invierno austral, antes de que comience la intensificación de los vientos procedentes del sur y, en consecuencia, de la surgencia costera, que generalmente tiene lugar entre los meses de octubre y abril (Thiel et al., 2007). Estas condiciones provocan el ascenso de la AECS, resultando en una ZMO más somera y en mayores productividades en superficie. La profundidad máxima de la zona hipóxica junto con los valores de fluorescencia y temperatura superficial encontrados en este estudio indican, en conjunto, unas condiciones mesotróficas de la columna de agua en el momento del muestreo, que tienen un impacto directo en la productividad secundaria y la distribución del zooplancton (Escribano et al., 2007, Hidalgo et al., 2012, González et al., 2015).

Resultados de estudio previos para esta zona realizados por Fernández-Zapata (2017) respecto a la población de ctenóforos y Fierro-González (2019) respecto a la de copépodos, muestran que existe una diferencia entre las abundancias presentes en el monte submarino O'Higgins (2.03 ind. m⁻³ y 250.84 ind. m⁻³, respectivamente) que se encuentra más cercano a la costa en comparación a montes más alejados (0.24 ind. m⁻³ y 54.06 ind. m⁻³), pese a no existir una diferencia en la productividad primaria entre estos 3 montes (0.14 ± 0.33 μg L⁻¹ en el monte O'Higgins y 0.14 ± 0.18 μg L⁻¹ en los montes Juan Fernández 5 y 6). Esto podría significar que el monte O'Higgins tendría un importante papel en la retención de organismos que proceden de regiones más costeras.

5.2 Distribución del zooplancton en el monte submarino O'Higgins

La zona de estudio se ha descrito como una región oceanográfica altamente dinámica, la cual se ve afectada por diversos procesos de mesoescala que afectan a la estructura de la comunidad planctónica. Por ejemplo, filamentos procedentes del afloramiento costero pueden introducir aguas más productivas ricas en zooplancton a regiones más oceánicas (Riquelme-Burgueño et al., 2015; Fernández-Urruzola et al., 2023), que junto con la formación de remolinos de mesoescala, favorecidos por la interacción del viento y las corrientes con las propias islas, generan cambios en la circulación oceánica y permiten el transporte de organismos planctónicos entre zonas distantes (Pávez, 2011; Porobic et al., 2012). De hecho, estos remolinos representan un componente oceanográfico característico de los sistemas de borde oriental (Correa, 2009) y se encuentran permanentemente alrededor del archipiélago de Juan Fernández (Andrade et al., 2012). Sin embargo, varios trabajos reportan un importante gradiente longitudinal en las abundancias de zooplancton (*e.g.*, González et al., 2018; Espinosa-Leal et al., 2021; Medellín-Mora et al., 2021), algo que aquí también se observa cuando se comparan los valores obtenidos en la estación MO-02 y MO-019 (Tabla 2).

Durante la investigación realizada por Yáñez y colaboradores (2017) en la dorsal de Juan Fernández, se registraron un total de 17 grupos taxonómicos zooplanctónicos en los montes Juan Fernández 1 y 2, ubicados a más de 630 km de la costa, donde nuestro estudio registró una menor biodiversidad, con 14 grupos taxonómicos diferentes (Tabla 3 y Fig. 4).

Los copépodos son los organismos dominantes en prácticamente cualquier comunidad de zooplancton, incluyendo las productivas aguas de surgencia frente a Chile (Hidalgo et al., 2012). En nuestro estudio, supusieron una abundancia de entre el 65-98 % del total de la comunidad (Fig. 4), con ciertas diferencias entre las estaciones muestreadas. Si bien la resolución taxonómica que se presenta en este trabajo no permite establecer relaciones directas entre las especies residentes en el monte submarino O'Higgins y las especies propias de aguas más costeras, cabría especular que los procesos de mesoescala formados en la zona costera de Chile tengan un rol fundamental en la advección de organismos planctónicos y

con ello, el mantenimiento de la producción secundaria alrededor del monte O'Higgins (Morales et al. 2010).

Los ostrácodos representan también un importante grupo en términos de abundancia dentro del plancton quitinoso, ocupando generalmente el segundo lugar después de los copépodos (Nigro et al. 2016). Si bien los ostrácodos se encuentran distribuidos desde la superficie hasta las profundidades abisales, principalmente bajo la termoclina y si bien son sensibles a las variaciones de temperatura (Nigro et al. 2016), nuestro estudio demuestra que es la concentración de oxígeno disuelto la variable oceanográfica determinante a la hora de explicar su distribución en la columna de agua de la región del monte O'Higgins (Tabla 3). Este hecho explica que los máximos de abundancia de los ostrácodos se encuentren en los estratos subsuperficiales pobres en oxígeno (100-200 y 200-400 m). Su modo de alimentación, basada principalmente en un mecanismo pasivo de filtración (Laprida y Ballent, 2008; Drapun & Smith 2012), podría suponer una ventaja adaptativa frente a otros grupos cuyos hábitos de predación activa implicarían un mayor gasto energético y consecuentemente, elevados requerimientos de oxígeno.

Respecto a los organismos gelatinosos, Apablaza y Palma (2006) resaltan la importancia de la estacionalidad a la hora de explicar la distribución y abundancia de este grupo de organismos en la columna de agua de la región, siendo el periodo de otoño-invierno cuando se han registrado las menores abundancias. Aun así, los quetognatos destacaron por ser los organismos más importantes dentro de los gelatinosos (Tabla 2, Fig. 4). Si bien estos organismos están presentes incluso en aguas profundas y ultra-profundas en todos los océanos del planeta (e.g. Zapata-Fernández et al., in prep.), las mayores abundancias se han reportado consistentemente en la región epipelágica del océano (0-200 m), decreciendo paulatinamente hacia las zonas más profundas de la columna de agua (Pierrot-Bults & Nair, 1991). De acuerdo con nuestros resultados, tanto la presión como el oxígeno serían claves a la hora de explicar su distribución en la columna de agua; sin embargo, su habitual presencia en aguas batipelágicas indica que estos organismos serían capaces de lidiar con los efectos de la presión a lo largo de la zona mesopelágica, de modo que otras variables podrían estar suponiendo una limitación para su distribución. Concretamente, la rápida atenuación de

carbono orgánico en las aguas superficiales de la región (Fernández-Urruzola et al., 2021) podría ser el principal factor limitante para la abundancia de estos predadores. Esto mismo podría explicar la mayor abundancia de gelatinosos en general, y quetognatos en particular, en la estación MO-019 que es precisamente la más cercana al monte y donde cabría esperar una mayor productividad primaria. Asimismo, la disponibilidad de oxígeno disuelto tiene de nuevo una gran importancia a la hora de explicar la distribución de los quetognatos (Tabla 4), ya que el comportamiento activo propio de estos organismos en la búsqueda de alimento y sus capacidades migratorias supondría una limitación para desarrollarse en las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales pobres en oxígeno.

Cuando comparamos la distribución total de organismos quitinosos respecto a la de los gelatinosos en la columna de agua, se aprecia que en ambos casos el oxígeno es el parámetro fundamental que explica la mayor parte de la variabilidad en la distribución vertical de ambas poblaciones. Sin embargo, la temperatura parece tener un mayor impacto en el zooplancton quitinoso, probablemente debido al efecto de ésta en las tasas metabólicas (Seibel et al., 2007), las cuales son generalmente mayores en estos organismos que en los gelatinosos. Por otro lado, la mayor parte de los grupos (65% del total) mostraron también una respuesta en su distribución frente a la presión, independientemente del carácter quitinoso o gelatinoso de sus estructuras. Si bien se han reportado previamente efectos de la presión en la distribución de la comunidad planctónica a lo largo de la columna de agua (González et al., in prep.), éstos son determinantes por encima de 20 hPa, donde las tasas metabólicas se ven comprometidas (Stief et al., 2021; Amano et al., 2022, entre otros) y donde la estructura de las proteínas y la fluidez de las membranas deben adaptarse necesariamente a las presiones extremas (Oger et al., 2010). Nuestros resultados indican que la presión puede tener efectivamente un efecto en la distribución de los organismos en la columna de agua (Tabla 4), si bien la covarianza de esta variable con otras como la temperatura (Fig. Supl. 3) o incluso con la disponibilidad de alimento a través de los 1000 m superficiales impide extraer conclusiones más robustas que permitan atribuir un efecto directo de la misma. En este sentido, se resalta la necesidad de realizar más estudios enfocados al océano profundo en la región, con muestreos que alcancen las zonas batipelágica y abisopelágica donde parámetros como la temperatura y la atenuación de carbono han alcanzado valores mínimos estables, permitiendo así estudiar el efecto de la presión de forma aislada. Asimismo, estudios de

laboratorio con cámaras de presión serían fundamentales para complementar y ahondar en nuestra comprensión acerca de cómo los distintos grupos del plancton marino responden desde un punto de vista ecológico, fisiológico y molecular al aumento de la presión hidrostática en la columna de agua.

5.3 Diversidad

Al contrario de lo que ocurre con las abundancias del zooplancton, existe una tendencia general respecto a la diversidad en el ambiente marino según la cual ésta aumenta conforme aumenta la distancia a costa, encontrándose así una relación negativa entre la abundancia numérica de los individuos y su diversidad (Morgan et al., 2003; Gray, 2004). Los datos de nuestro estudio no son la excepción, mostrando este mismo patrón (tabla 3) con un leve aumento en la estación más oceánica ($H' = 0.54$) respecto a la estación más cercana a la costa ($H' = 0.48$).

El zooplancton gelatinoso presentó un ligero aumento del valor H' en la estación más oceánica ($H' = 0.95$) respecto a la costera ($H' = 0.78$) en promedio para ambas estaciones, es decir, una mayor diversidad; sin embargo, el índice de equitatividad de pielou no presentó variaciones entre estaciones ($J' = 0.61$) lo que implica una mayor equitatividad entre las taxas presentes, tal y como sugiere Pávez et al. (2010). Por su parte, los valores de diversidad (H') presentes en el zooplancton quitinoso (0.09-0.75) fueron significativamente menores al observado en el zooplancton gelatinoso, lo que indicaría la continua ausencia de algún taxón o a la mayor abundancia relativa de copépodos (Hooff & Peterson, 2006; Irigoien & Harris, 2006; Manríquez et al. 2009). Igualmente, los valores de equitatividad según el índice de pielou fueron menores en los quitinosos (tabla 3), debido probablemente a la dominancia de los copépodos sobre el resto de los grupos.

6.- CONCLUSIONES

- 1- Existe un aumento evidente en la abundancia relativa del zooplancton gelatinoso respecto al zooplancton quitinoso con respecto a la distancia a costa. Esta diferencia entre ambos grupos no se encontró a lo largo de la columna de agua.
- 2- La zona mínima de oxígeno representa una barrera física que determina la distribución vertical del zooplancton quitinoso y gelatinoso en las estaciones del monte submarino O'Higgins.
- 3- De acuerdo con los modelos aditivos generalizados, la presión y el oxígeno serían las dos variables que mejor explicarían la distribución de las abundancias en la mayoría de grupos taxonómicos. Sin embargo, la temperatura y la salinidad también parecen afectar en menor grado la distribución de organismos quitinosos.
- 4- De acuerdo con los resultados estadísticos se rechaza la hipótesis de este estudio según la cual "existe un cambio en la dominancia entre el zooplancton quitinoso y el zooplancton gelatinoso conforme aumenta la distancia respecto al monte submarino y a la superficie oceánica debido a cambios en las condiciones oceanográficas que afectan la composición física de los organismos".
- 5- El índice de diversidad de Shannon nos muestra que existe una baja diversidad respecto a los grupos taxonómicos del zooplancton en las estaciones del monte submarino O'Higgins en general. Sin embargo, los organismos gelatinosos presentan valores más altos de diversidad que los organismos quitinosos.
- 6- Por otro lado, el índice de equitatividad de pielou indica una alta dominancia de un grupo en las aguas del monte submarino O'Higgins en el zooplancton quitinoso. Los organismos gelatinosos, por el contrario, mostraron una mayor heterogeneidad en sus taxas.
- 7- Con el fin de aislar el efecto de la presión y comprender mejor su impacto en la distribución de ambos grupos de zooplancton (quitinoso y gelatinoso) se sugiere realizar muestreos más profundos capaces de recolectar muestras por debajo de la zona mesopelágica (> 1000 m), así como trabajar con una mayor resolución taxonómica que permita conocer cambios específicos a lo largo de la columna de agua.

7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amano, C., Zhao, Z., Sintès, E., Reinthaler, T., Stefanschitz, J., Kisadur, M., Utsumi, M. & Herndl, G. (2022). Limited carbon cycling due to high-pressure effects on the deep-sea microbiome. *Nat Geosci* 15: 1041–1047. doi:10.1038/s41561-022-01081-3

Andrade, I. Hormazabal, S. & Correa, M. (2012). Ciclo Anual de la Clorofila-a Satelital en el Archipiélago de Juan Fernández (33°S), Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40 (3): 657-667.

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>.

Apablaza, Pedro, & Palma, Sergio. (2006). Efecto de la zona de mínimo oxígeno sobre la migración vertical de zooplancton gelatinoso en la bahía de Mejillones. *Investigaciones marinas*, 34(2), 81-95. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-71782006000200009>

Bartoń K (2023). *_MuMIn: Multi-Model Inference_*. R package version 1.47.5, <<https://CRAN.R-project.org/package=MuMIn>>.

Bianchi, M., Farías, L., Sepúlveda, H., & Morales, C. (2018). Distribution and variability of physical and biogeochemical properties in the Humboldt Current System off Chile. *Progress in Oceanography*, 168, 97-119.

Boero, F. Bouillon, J. Gravili, C. Miglietta, M. Parsons, T. & Piraino, S. (2008). Gelatinous plankton: irregularities rule the world (sometimes). *Marine Ecology Progress Series*, 356:299-310.

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.

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.

Childress, J. J., & Thuesen, E. V. (1993). Effects of hydrostatic pressure on metabolic rates of six species of deep-sea gelatinous zooplankton. *Limnology and Oceanography*, 38(3), 665-670.

Choy, C. A., Haddock, S. H. D., & Robison, B. H. (2017). Deep pelagic food web structure as revealed by in situ feeding observations. *Proceedings of the Royal Society B*, 284(1851), 20172116.

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

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).

Correa, M. (2009). Efecto de los remolinos de mesoescala sobre la distribución de la clorofila satelital en la Zona de Transición Costera (ZTC) frente a Chile central (30°40'S). Tesis para optar al grado de Doctorado en Oceanografía. Universidad de Concepción. 66 pp.
doi: 10.1016/j.pocean.2009.12.001.

Drapun, I. & Smith, S. (2012). *Halocyprid ostracods of the Arabian Sea region*. SultanQaboos University. Academic Publication Board, Muscat. ISBN 978-9948-16-424-1. 223 pp

Escribano, R., Hidalgo, P., González, H. et al. (2007) Seasonal and inter-annual variation of mesozooplankton in the coastal upwelling zone off central-southern Chile. *Progr. Oceanogr.*, 75, 470–485.

Escribano, R., Hidalgo P., & Krautz C. (2009). Zooplankton associated with the oxygen minimum zone system in the northern upwelling region of Chile during March 2000. *Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 56: 1083–1094. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2008.09.009>

Espinosa-Leal, L., Escribano, R., Riquelme-Bugueño, R., & Corredor-Acosta A. (2021). Distribution and biodiversity patterns of hyperiid amphipods across the coastal-offshore gradient of the sub-tropical Southeast Pacific. *Mar. Biodivers.* 51, 13. <https://doi.org/10.1007/s12526-020-01152-x>

Fernández-Urruzola, I., Bode, A., Loick-Wilde, N., Schneider, W., Lindsay, D. & Escribano, R. (2023). Trophic ecology of midwater zooplankton along a productivity gradient in the Southeast Pacific. *Frontiers Mar Sci* 10: 1057502. doi:10.3389/fmars.2023.1057502

Fernández-Zapata, B. (2017). Distribución de ctenóforos en los montes submarinos de la Dorsal Juan Fernández. Tesis para optar al título de Biólogo Marino. Universidad de Concepción, Chile.

Fernández-Zapata, B., Hidalgo, P., Escribano, R., González, C.E., Fernández-Urruzola, I. Uncovering the deep gelatinous zooplankton at the Atacama Trench in the southeast Pacific. In prep

Fierro, P. (2019). 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. Universidad de Concepción, Chile.

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>.

Gili, J. (2008). Las medusas y otros componentes del zooplancton gelatinoso. In libro: *Los Mares de España* (Martínez, R. Cornejo, J. eds.), Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid pp. 353-364.

González, C.E., Blanco-Bercial, L., Escribano, R., Fernández-Urruzola, I., Rivera, R., Ulloa, O. 2023. Revealing zooplankton diversity in the midnight zone. In prep.

González, C. E., Escribano, R., Bode, A., & Schneider, W. (2018). Zooplankton taxonomic and trophic community structure across biogeochemical regions in the eastern South Pacific. *Frontiers in Marine Science*, 5, 498. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00498>

Grassle J.F. (1989). Species diversity in deep-sea communities *Trends Ecol. Evol.* 4, 12–5.

Gray, J. S. (2004). Marine biodiversity: patterns, threats and conservation needs. *Biodiversity & Conservation*, 6(1), 153-175.

Haddock, S., Moline, M., & Case, J. (2010). Bioluminescence in the sea. *Annual Review of Marine Science*, 2, 443-493.

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.

Hernández, J. & Guerra, Á. (2014). La vida en las grandes profundidades. *Dendra médica. Revista de humanidades*, 13 (1): 34-48.

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). *Progress in Oceanography*, 92, 134-145.

Hooff, R. C., & Peterson, W. T. (2006). Copepod biodiversity as an indicator of changes in ocean and climate conditions of the northern California current ecosystem. *Limnology and Oceanography*, 51(6), 2607-2620.

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.

<https://doi.org/10.3856/vol40-issue2-fulltext-23>

Irigoién, X., & Harris, R. P. (2006). Comparative population structure, abundance and vertical distribution of six copepod species in the North Atlantic: evidence for intraguild predation?. *Marine Biology Research*, 2(4), 276-290.

Jamieson, A., Fujii, T., Mayor, D., Solan, M. & Priede, I. (2010). Hadal trenches: the ecology of the deepest places on Earth. *Trends in Ecology & Evolution*, 25 (3): 190-197.

Laprida, C. y S. Ballent, (2008). Ostracoda. En Camacho, H.H. (Ed.), *Invertebrados Fósiles 2*, Segunda Edición, Fundación de Historia Natural Félix de Azara - Universidad CAECE, Buenos Aires:599-624.

Manríquez, K., Escribano, R. & Hidalgo, P. (2009). The influence of coastal upwelling on the mesozooplankton community structure in the coastal zone off Central/Southern Chile as assessed by automated image analysis, *Journal of Plankton Research*, Volume 31, Issue 9, September 2009, Pages 1075–1088, <https://doi.org/10.1093/plankt/fbp053>

Marcelo A. Pavez & others (2010). Distribution of carnivorous gelatinous zooplankton in the upwelling zone off central Chile (austral spring 2001), *Journal of Plankton Research*, Volume 32, Issue 7, July 2010, Pages 1051–1065, <https://doi.org/10.1093/plankt/fbq029>

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.

Morgan, C. A., Peterson, W. T., & Emmett, R. L. (2003). Onshore offshore variations in copepod community structure off the Oregon coast during the summer upwelling season. *Marine Ecology Progress Series*, 249, 223-236.

Nigro, L., Angel, M.V., Blachowiak-Samolyk, K., Hopcroft, R. & Bucklin, A. (2016). Identification, discrimination, and discovery of species of marine planktonic ostracods using DNA barcodes. *Plos One*, 11: e0146327. doi: 10.1371/journal.pone.0146327

Oger, P. M., & M. Jebbar. (2010). The many ways of coping with pressure. *Research in Microbiology* 161: 799–809. doi:10.1016/j.resmic.2010.09.017

Palma, S. (1985). Plancton marino de las aguas circundantes al archipiélago de Juan Fernández. En: Arana, P. (Ed.). *Investigaciones marinas en el archipiélago de Juan Fernández*. Escuelas de Ciencias del Mar, U.C.V., Valparaíso, pp. 59-69.

Palma, S., & Silva, N. (2006). Epipelagic siphonophore assemblages associated with water masses along a transect between Chile and Easter Island (eastern South Pacific Ocean). *Journal of Plankton Research*, 28(12), 1143-1151.

Palma S, Kaiser K. (1993). *Plancton marino de aguas chilenas*. Valparaíso, Chile: Ediciones Universitarias de la Universidad Católica de Valparaíso, 151 pp.

Pávez, M. (2011). Ecología de zooplancton gelatinoso carnívoro en el ecosistema pelágico frente a Chile central: Implicancias en el flujo de carbono en ecosistemas de surgencia costera. Tesis para optar al grado de Doctorado en Oceanografía. Universidad de Concepción. 126 pp.

Pávez, M., Landaeta, M., Castro, L. & Shneider, W. (2010). Distribution of carnivorous gelatinous zooplankton in the upwelling zone off central Chile (austral spring 2001), *Journal of Plankton Research*, Volume 32, Issue 7, July 2010, Pages 1051–1065, <https://doi.org/10.1093/plankt/fbq029>

Pierrot-Bults, A. C., & Nair, V. R. (1991). *Distribution patterns in Chaetognatha*. Oxford: Oxford University Press.

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. *Marine Ecology Progress Series*, 515,83-95

Pond, D. W., Tarling, G. A., & Mayor, D. J. (2014). Hydrostatic pressure and temperature effects on the membranes of a seasonally migrating marine copepod. *PLoS ONE*, 9(10).

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. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40 (3): 613-632.

Purcell, J. E., Uye, S., & Lo, W. T. (2007). Anthropogenic causes of jellyfish blooms and their direct consequences for humans: a review. *Marine Ecology Progress Series*, 350, 153-174.

Rivarola, M. C., Piola, A. R., & Matano, R. P. (2020). Southern Ocean Subantarctic water intrusions along the southwestern Atlantic: A review. *Progress in Oceanography*, 186, 102406.

Rogers, A. (2015). Environmental change in the deep ocean. *Annual Review of Environment and Resources*, 40: 1-38.

Ruz, P. M., Hidalgo, P., Yáñez, S., Escribano, R., Keister, J. E. (2015). Egg production and 99 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.

Sallée, J. B., Shuckburgh, E., Bruneau, N., Meijers, A. J. S., Bracegirdle, T. J., & Wang, Z. (2018). Assessment of Southern Ocean mixed-layer depths in CMIP5 models: Historical bias and forcing response. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123(1), 461-477.

Samuel-Rosa A (2022). *_pedometrics: Miscellaneous Pedometric Tools_*. R package version 0.12.1, <<https://CRAN.R-project.org/package=pedometrics>>.

Seibel, B. & Drazen, J. (2007). The rate of metabolism in marine animals: environmental constraints, ecological demands and energetic opportunities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 362: 2061–2078. doi:10.1098/rstb.2007.2101

Seijas, G.M. & Ramirez, F.C. & Viñas, María. (1987). Variaciones de la abundancia numérica y biomasa del zooplancton de red en el Golfo San Jorge (Año 1985). *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*. 7.

Silva, N. Rojas, N. & Fedele, A. (2009). Water masses in the Humboldt Current System: Properties, distribution, and the nitrate deficit as a chemical water mass tracer for Equatorial Subsurface Water off Chile. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 56 (16): 1004-1020.

Simpson G (2023). *_gratia: Graceful ggplot-Based Graphics and Other Functions for GAMs Fitted using mgcv_*. R package version 0.8.1, <<https://gavinsimpson.github.io/gratia/>>.

Stief, P., M. Elvert, & R. N. Glud. (2021). Respiration by “marine snow” at high hydrostatic pressure: Insights from continuous oxygen measurements in a rotating pressure tank. *Limnol Oceanogr* 66: 2797–2809. doi:10.1002/lno.11791

Talley, L. D., & Feely, R. A. (2020). Deep and bottom waters in the Pacific Ocean. In Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences (pp. 1-14).

Thiel, M., Macaya, E.C., Acuña, E., Arntz, W.E., Bastias, H., Brokordt, K., Camus, P.A., Castilla, J.C., Castro, L.R., Cortés, M., Dumont, C.P., Escribano, R., Fernández, M., Gajardo, J.A., Gaymer, C.F., Gómez, I., González, A.E., González, H.E., Haye, P.A., Illanes, J.-E., Iriarte, J.L., Lancelloti, D.A., Luna-Jorquera, G., Luxoro, C., Manríquez, P.H., Marín, V., Muñoz, P., Navarrete, S.A., Pérez, E., Poulin, E., Sellanes, J., Sepúlveda, H.H., Stotz, W., Tala, F., Thomas, A., Vargas, C.A., Vásquez, J.A., Vega, A.J.M. (2007). The Humboldt Current System of northern and central Chile. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 45, 195–344.

Valencia, L. (2019). Procesos de mezcla en montes submarinos a lo largo de la Dorsal de Juan Fernández frente a Chile central. Tesis para optar al título de Oceanógrafo. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

Vinogradova, N. (1979). The geographical distribution of the abyssal and hadal (ultra-abyssal) fauna in relation to the vertical zonation of the ocean. *Sarsia*, 64 (1-2): 41-50.

WICKSTEAD, J. (1965). An introduction to study of tropical plankton. Hutchinson and Co. LTD. London. 160 pp.

Wood, S.N. (2017) *Generalized Additive Models: An Introduction with R* (2nd edition). Chapman and Hall/CRC.

Woodward, S. (2003) The deep sea. En Woodward, S., *Biomes of Earth: Terrestrial, Aquatic, and Human-Dominated* (pp. 327-336). Greenwood Press.

Yancey, P.H. (2020). Cellular responses in marine animals to hydrostatic pressure. *J. Exp. Zool.: Ecol. Integr. Physiol.* 333, 398–420.

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.

Yáñez, E. Silva, C. Vega, R. Álvarez, L. Silva, N. Palma, S. Salinas, S. Menschel, E. & Haussermann, V. (2008). Proyecto FIP N° 2006-57 “Biodiversidad de Montes Submarinos”. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 266 pp.

Yáñez, E., Silva, C., Vega, R., Espíndola, F., Álvarez, L., Silva, N., Palma, S., Salinas, S., Menschel, E., Häussermann, V., Soto, D., & Ramírez, N., (2017). Seamounts in the southeastern Pacific Ocean and biodiversity on Juan Fernandez seamounts, Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 37(3), 555-570. doi: <http://dx.doi.org/10.3856/vol37-issue3-fulltext-20>

Yáñez, S., Hidalgo, P., & Escribano, R. (2012). Mortalidad natural de *Paracalanus indicus* (Copepoda: Calanoida) en áreas de surgencia asociada a la zona de mínimo de oxígeno en el Sistema de Corrientes Humboldt: implicancias en el transporte pasivo del flujo de carbono. *Revista de biología marina y oceanografía*, 47(2), 295-310.

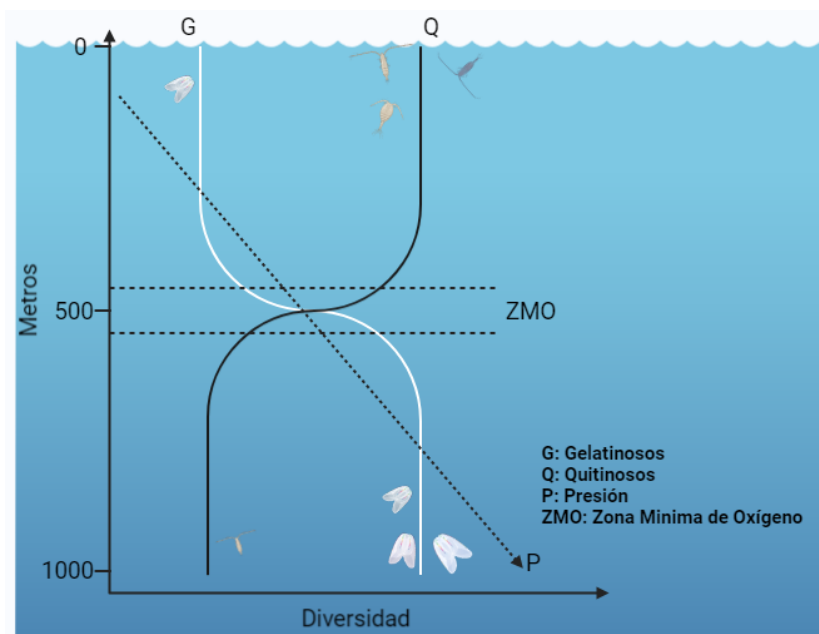
Youngbluth, M., Sørnes, T., Hosiá, A. & Stemmann, L., (2008) Vertical distribution and relative abundance of gelatinous zooplankton, in situ observations near the Mid-Atlantic Ridge, *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, Volume 55, Issues 1–2, 2008, Pages 119-125, ISSN 0967-0645, <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2007.10.002>.

Zarubin, M., Lindemann, Y., Brunner, O., Fields, D. M., Browman, H. I., & Genin, A. (2015). The effect of hydrostatic pressure on grazing in three calanoid copepods. *Journal of Plankton Research*, 38(1), 131-138.

8.- ANEXOS



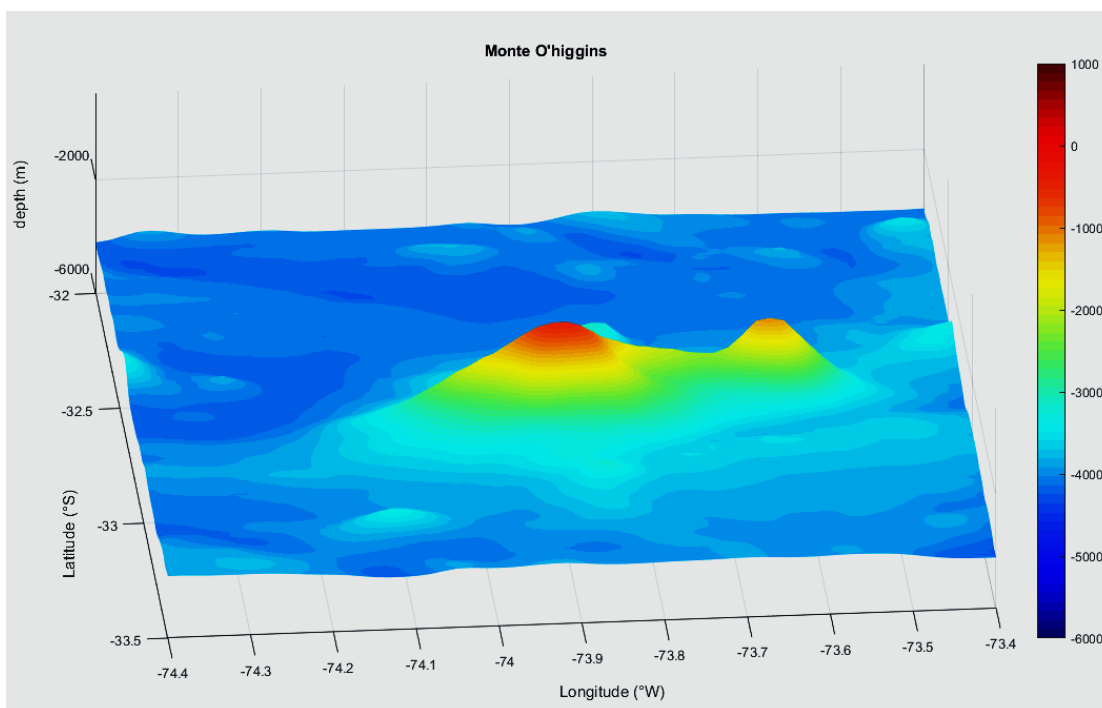
Anexo 1: Esquema de las divisiones de la profundidad en el océano.



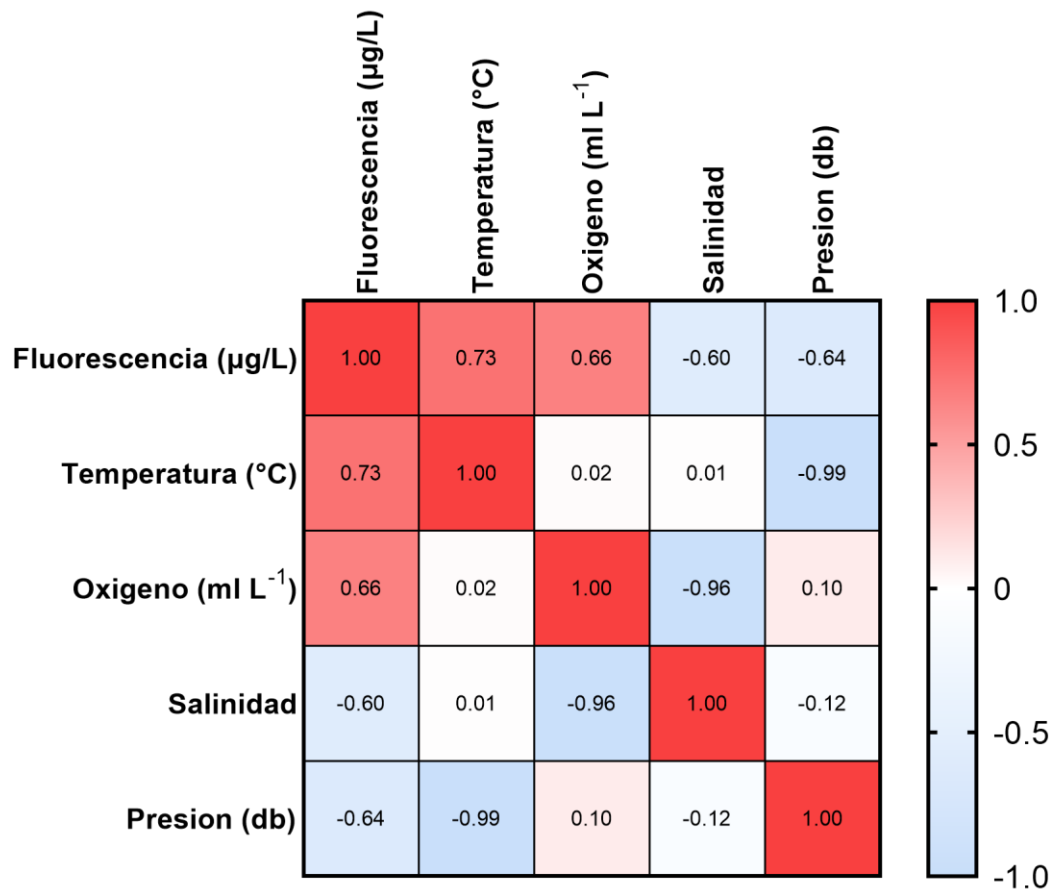
Anexo 2: modelo conceptual de hipótesis en estudio que muestra una mayor diversidad de zooplancton quitinoso en la superficie que decae con la profundidad, siendo el caso contrario para el zooplancton gelatinoso, influenciado por la presión.

Anexo 3: Resumen del muestreo de zooplancton en las diferentes estaciones del Monte Submarino O'Higgins durante el crucero oceanográfico FIP No. 2014-04 en septiembre 2015. (* Estación ubicada sobre el monte).

Estación	Fecha	Hora	Coordenadas	Profundidad
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



Anexo 4: Mapa batimétrico del Monte Submarino O'Higgins.



Anexo 5: Valores de la correlación de Pearson, (rojo: correlación significativa positiva; azul: correlación significativa negativa; blanco: no hay correlación).

Anexo 6: Valores P de la correlación de Pearson, siendo los valores superiores a 0.05 relaciones no significativas.

	Fluorescencia (µg/L ⁻¹)	Temperatura (°C)	Oxígeno (ml L ⁻¹)	Salinidad	presión (db)
Fluorescencia (µg/L)		0,0002	0,0016	0,0054	0,0024
Temperatura (°C)	0,0002		0,9360	0,9806	4,46816E-16
Oxígeno (mL L ⁻¹)	0,0016	0,9360		7,98382E-12	0,6709
Salinidad	0,0054	0,9806	7,98382E-12		0,6233
Presión (db)	0,0024	4,46816E-16	0,6709	0,6233	

Anexo 7: Tabla resumen de los mejores modelos para el zooplancton quitinoso (primera sección) y zooplancton gelatinoso (segunda sección).

Varibales	edf	Ref.df	F	p-value
s(Salinidad)	1	1	4.98	0.043
s(Oxigeno)	1	1	29.24	9.5e-05
s(Presion)	2	3	19.20	7.9e-05
s(Temperatura)	1	1	8.67	0.01
s(Oxigeno)	1	1	61.19	2.0e-19
s(Presion)	1	2	80.29	4.5e-09