



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental

**Distribución, abundancia y estructura de tamaños del
zooplancton costero de Tierra del Fuego (Patagonia Austral) en
otoño**

María Isabel Bourdieu

Tesis presentada para optar por el título de Licenciada en Ciencias Biológicas

Directora: Dra. Fabiana L. Capitano

Lugar de trabajo: Laboratorio de Zooplancton Marino, Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

Abril 2025

María Isabel Bourdieu

Dra. Fabiana L. Capitano

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a la Dra. Fabiana Capitanio por confiar en mí para llevar adelante este trabajo, por brindarme la oportunidad y por acompañarme a lo largo de todo el proceso, por guiarme y acompañarme con paciencia y por ayudarme a formarme como científica. Fue una experiencia muy enriquecedora tanto en lo académico como en lo personal. Agradezco poder terminar mi carrera con esta valiosa experiencia en el ámbito de la biología marina.

A la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, por darme el privilegio de formarme con profesionales de excelencia, tanto en lo académico como en lo humano, y por fomentar la capacidad de adaptación para saber aprovechar los recursos disponibles, sin que las limitaciones se conviertan en obstáculos.

A todo el equipo de trabajo del laboratorio de zooplancton marino, en especial a los becarios doctorales Melina Scian, Nicolás Lemiña y Natalia Álvarez y la Dra. Mariela Spinelli, gracias por recibirme con una sonrisa desde el primer día, por su tan buena predisposición para ayudarme y por compartir su experiencia, contribuyendo así a este trabajo y a mi formación.

Gracias a mi familia, y especialmente a mi mamá y a mi papá. No existen palabras suficientes para expresar mi gratitud por su apoyo incondicional, su paciencia, amor y aliento a lo largo de toda mi carrera (y de mi vida). Gracias por enseñarme que el esfuerzo siempre vale la pena y por brindarme todas las herramientas necesarias para seguir adelante. A mis hermanos, por ser siempre un ejemplo para mí, y a mis sobrinos, que sin saberlo, me inspiran cada día a ser mejor persona y a encontrar la felicidad en las pequeñas cosas. A Timón y Pumba, mis familiares de cuatro patas, por acompañarme en incontables noches, tardes y madrugadas de estudio: su compañía hizo todo mucho más llevadero. A Edi, mi abuela del alma, gracias por haberme acompañado siempre con tanto cariño y paciencia.

A mis amigas de toda la vida, gracias por todos los grupos de estudio (aunque no siempre fueran para estudiar), por su paciencia y por sostener la amistad a pesar de mis ausencias en épocas de exámenes, el vínculo siempre se mantuvo intacto.

A todas las personas que conocí en este camino y que hicieron que mi paso por la facultad sea una etapa que voy a recordar con mucho cariño (y un poco de nostalgia), sobre todo a mis amigos que espero sigan siendo siempre parte de mi vida.

Por último, pero no por eso menos importante, me gustaría agradecer a Santi, a quien jamás imaginé conocer cursando en la facultad y que hoy es una persona muy importante en mi vida. Gracias por tu compañía, por tu calma, y por enseñarme a ser perseverante y a confiar en mí misma.

Índice

Resumen	4
1. Introducción	6
1.1. Generalidades	6
1.2 Área de estudio	10
1.3 Antecedentes en el área de estudio	12
2. Objetivos e hipótesis	13
3. Materiales y métodos	13
3.1 Procedencia de las muestras	13
3.2 Análisis de las muestras	15
3.3 Información complementaria	15
3.4 Análisis de datos	15
4. Resultados	16
4.1 Distribución y composición de la comunidad del zooplancton	16
4.2 Variables ambientales y su relación con la comunidad zooplanctónica	24
4.3 Composición de tamaños de los copépodos y sus estadios larvales	28
5. Discusión y conclusiones	31
6. Bibliografía	37

Resumen

El zooplancton desempeña un papel fundamental en las tramas tróficas pelágicas porque es clave en el flujo de materia y energía en los ecosistemas marinos, así como en el sostenimiento de los recursos pesqueros. Su diversidad y estructura de tamaños son indicadores esenciales para interpretar la dinámica de sus depredadores. En el extremo sur de la plataforma continental argentina (desde los 53°S hasta los 55°S), los estudios previos se han enfocado principalmente en muestras recolectadas con redes de tamaño de poro de 200 - 400 μm , lo que ha generado una brecha de conocimiento sobre la comunidad zooplanctónica pequeña y sus estadios larvales. Se analizaron muestras recolectadas en la campaña oceanográfica "Tierra del Fuego - Banco Burdwood" (Marzo-Abril de 2014), obtenidas con una red Mini Bongo de 67 μm de malla en ocho estaciones de muestreo a diferentes profundidades. En cada estación se registraron los valores de temperatura y salinidad superficial. Las muestras recolectadas fueron fijadas en formaldehído al 5%. Se identificaron 10 grupos zooplanctónicos, de los cuales Copepoda fue el único identificado a nivel de especie. Las larvas nauplii fueron el grupo más abundante, con densidades superiores a 7000 ind/m³, mientras que los estadios juveniles y adultos de copépodos alcanzaron hasta 5400 ind/m³. Las estaciones más costeras presentaron abundancias mayores en comparación a las más externas. Se registró la presencia de *Drepanopus forcipatus*, *Calanus australis*, *Calanus simillimus*, *Clausocalanus brevipes*, *Centropages brachiatus*, *Paracalanus parvus*, *Metridia lucens*, *Oithona nana*, *Oithona atlantica*, *Oithona oculata*, *Sapphirina opalina*, *Microsetella norvegica*, *Sapphirina* sp. y *Copilia* sp. En el área, éste fue el primer registro tanto de *O. oculata* como de los géneros *Sapphirina* y *Copilia*. Los restantes grupos representaron sólo el 1,1% de la abundancia total, siendo apendicularias, foraminíferos y eufáusidos los de mayor aporte. En cuanto a las tallas, se encontraron diferencias significativas entre estaciones tanto en los copépodos (adultos y juveniles) como en sus nauplii. La abundancia total de zooplancton mostró una correlación positiva con la temperatura y una correlación negativa con la profundidad. La comparación de los resultados de este estudio (red de 67 μm) con aquellos obtenidos en estudios previos (con una red de 300 μm) permitió una descripción integral de esta comunidad y el aporte datos sobre la estructura de tamaños de los copépodos y sus estadios larvales.

Palabras clave: zooplancton, Copepoda, nauplii, plataforma patagónica austral

Distribution, abundance and size structure of coastal zooplankton from Tierra del Fuego (Southern Patagonia) in autumn

Abstract

Zooplankton plays a fundamental role in pelagic food webs, being key to the flow of matter and energy in marine ecosystems, as well as to the sustainability of fishery resources. Its diversity and size structure are essential indicators for interpreting the dynamics of its predators. In the southernmost part of the Argentine continental shelf (from 53°S to 55°S), previous studies have primarily focused on samples collected with mesh sizes of 200–400 μm , which has led to a knowledge gap regarding the small zooplankton community and its larval stages. Samples collected during the oceanographic campaign "Tierra del Fuego - Banco Burdwood" (March-April 2014) were analyzed. These samples were obtained using a Mini Bongo net with a 67 μm mesh at eight sampling stations at different depths. At each station, superficial temperature and salinity values were recorded. The collected samples were preserved in 5% formaldehyde. A total of 10 zooplankton groups were identified, with Copepoda being the only one identified at the species level. Nauplius larvae were the most abundant group, with densities exceeding 7000 ind/ m^3 , while juvenile and adult copepods reached up to 5400 ind/ m^3 . The more coastal stations showed higher abundances compared to the more offshore stations. The presence of *Drepanopus forcipatus*, *Calanus australis*, *Calanus simillimus*, *Clausocalanus brevipes*, *Centropages brachiatus*, *Paracalanus parvus*, *Metridia lucens*, *Oithona nana*, *Oithona atlantica*, *Oithona oculata*, *Sapphirina opalina*, *Microsetella norvegica*, *Sapphirina* sp., and *Copilia* sp. was recorded. In this area, *O. oculata* and the genera *Sapphirina* and *Copilia* were recorded for the first time. The remaining groups accounted for only 1.1% of total abundance, with appendicularians, foraminiferans, and euphausiids contributing the most. Regarding size structure, significant differences were found between stations for both copepods (adults and juveniles) and their nauplii. Total zooplankton abundance showed a positive correlation with temperature and a negative correlation with depth. The comparison of the results of this study (67 μm net) with those obtained using a 300 μm net in previous studies allowed for a comprehensive description of this community, providing data on the size structure of copepods and their larval stages.

Key words: zooplankton, Copepoda, nauplii, southern patagonian continental shelf

1. Introducción

1.1. Generalidades

El plancton comprende organismos de diversos tamaños, desde virus de $0,02 \mu\text{m}$ hasta grandes medusas de 200 cm que viven en la columna de agua. Esta diversidad ha permitido establecer una clasificación basada en el tamaño, dividiendo a los organismos planctónicos en categorías como femtoplancton, picoplancton, nanoplancton, microplancton, mesoplancton, macroplancton y megaplancton (Figura 1). Se conoce como zooplancton a los organismos heterótrofos que viven en forma temporaria o permanente en la columna de agua, con distintos tipos de movilidad. El término proviene del griego “zôion” (animal) y “planktos” (lo errante) ya que pueden ser desplazados por las corrientes marinas. A pesar de que generalmente se trata de organismos de tamaños microscópicos, el zooplancton incluye una amplia variedad de especies animales, desde protozoos muy pequeños hasta larvas de crustáceos y de peces (Castro y Huber, 2016).

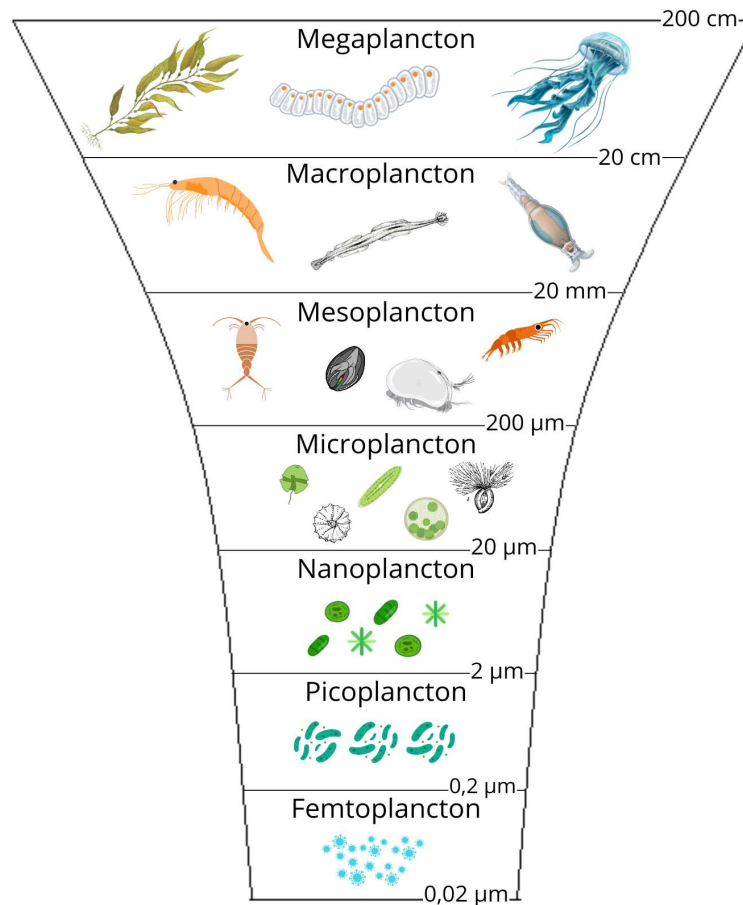


Figura 1: representación gráfica de la clasificación del plancton según su tamaño (modificado de Castro y Huber, 2016).

El zooplancton puede clasificarse también según su ciclo de vida, pudiéndose distinguir al holoplancton del meroplancton. El primero hace referencia a aquellos organismos que desarrollan toda su vida en la columna de agua desde estadios larvales hasta adultos, mientras que el segundo se refiere a aquellos organismos que son planctónicos únicamente

durante una etapa de su ciclo de vida, generalmente siendo planctónico su estadio larval y bentónico el adulto (Castro y Huber, 2016).

El conocimiento sobre la diversidad, abundancia, distribución y estructura de tamaños del zooplancton son indicadores cruciales ya que son necesarios para interpretar la dinámica poblacional de sus depredadores (Drinkwater et al., 2010). Es sabido que copépodos y misidáceos, y en menor medida eufáusidos son parte de la dieta de la sardina fueguina *Sprattus fuegensis*, el pez pelágico costero más abundante de la Patagonia austral. Esta especie, zooplantófaga durante todo su ciclo de vida, es un eslabón crucial en los niveles tróficos intermedios de la red trófica patagónica. Alrededor del 50% de la dieta de los adultos de la sardina fueguina está compuesta por copépodos de grandes tallas, y además pequeñas nauplii y estadios copepoditos forman parte de la dieta de sus larvas (Padovani et al., 2012).

El rol del zooplancton en la trama trófica pelágica del océano es esencial ya que se ocupa de la transferencia de materia orgánica generada por los productores primarios hacia los niveles tróficos superiores (Steinberg y Landry, 2017). Por esta razón, cualquier variación en la comunidad de zooplancton puede impactar a los organismos que dependen de ella como recurso trófico. El desove de las poblaciones locales de peces costeros está estrechamente relacionado con el desarrollo estacional de las poblaciones de sus presas zooplanctónicas (Cushing, 1990). Como consecuencia, el flujo del carbono y el funcionamiento de los ecosistemas son susceptibles a los cambios que afectan a las poblaciones de zooplancton.

Es fundamental considerar la integración de dos conceptos para comprender el funcionamiento de la trama trófica pelágica en los ecosistemas marinos: la cadena clásica y el bucle microbiano (Figura 2). En la cadena clásica, el fitoplancton compone la base representando a los productores primarios. Su biomasa está regulada por los organismos herbívoros que componen el micro y mesozooplancton, como los protistas y los copépodos (Landry, 2002). Estos últimos, a su vez, son fuente de alimento de otros depredadores invertebrados de mayor tamaño, como quetognatos, medusas y ctenóforos, e incluso de larvas del ictioplancton. Sin embargo, actualmente se reconoce el rol dominante de las bacterias y los protozoos tanto en la estructura de la comunidad, como en el ciclo del carbono, la energía y los nutrientes. Entre el 5 y 10% del carbono fijado en la fotosíntesis por el fitoplancton es liberado como materia orgánica disuelta (MOD), que es usada por las bacterias como fuente de energía. La población de bacterias libres está regulada por flagelados heterótrofos (nanoplancton) que, a su vez, son consumidos por organismos del micro y mesozooplancton, entre ellos, los copépodos. Esta interacción entre bacterias, flagelados y zooplancton permite que la energía atrapada en los niveles más bajos de la cadena alimentaria sea reutilizada y transferida a niveles tróficos superiores, conectando así el bucle microbiano con la cadena alimentaria clásica. El bucle microbiano, junto con el zooplancton que participa en él, desempeñan un papel fundamental en el rápido reciclado de nutrientes en la columna de agua, lo que favorece la productividad de los ecosistemas (Azam et al., 1983). Los copépodos son eslabones importantes en ambas cadenas tróficas: consumen fitoplancton, bacterioplancton y protistas heterótrofos, entre otros, y a su vez son presas del ictioplancton y otros carnívoros pelágicos (Turner, 2004). Una alta productividad primaria sustenta el crecimiento de numerosas especies a lo largo de la red trófica y permite que la energía llegue a los principales depredadores, incluidas las aves

marinas y las especies pelágicas y bentónicas de interés comercial (Acha et al., 2004; Martinetto et al., 2019).

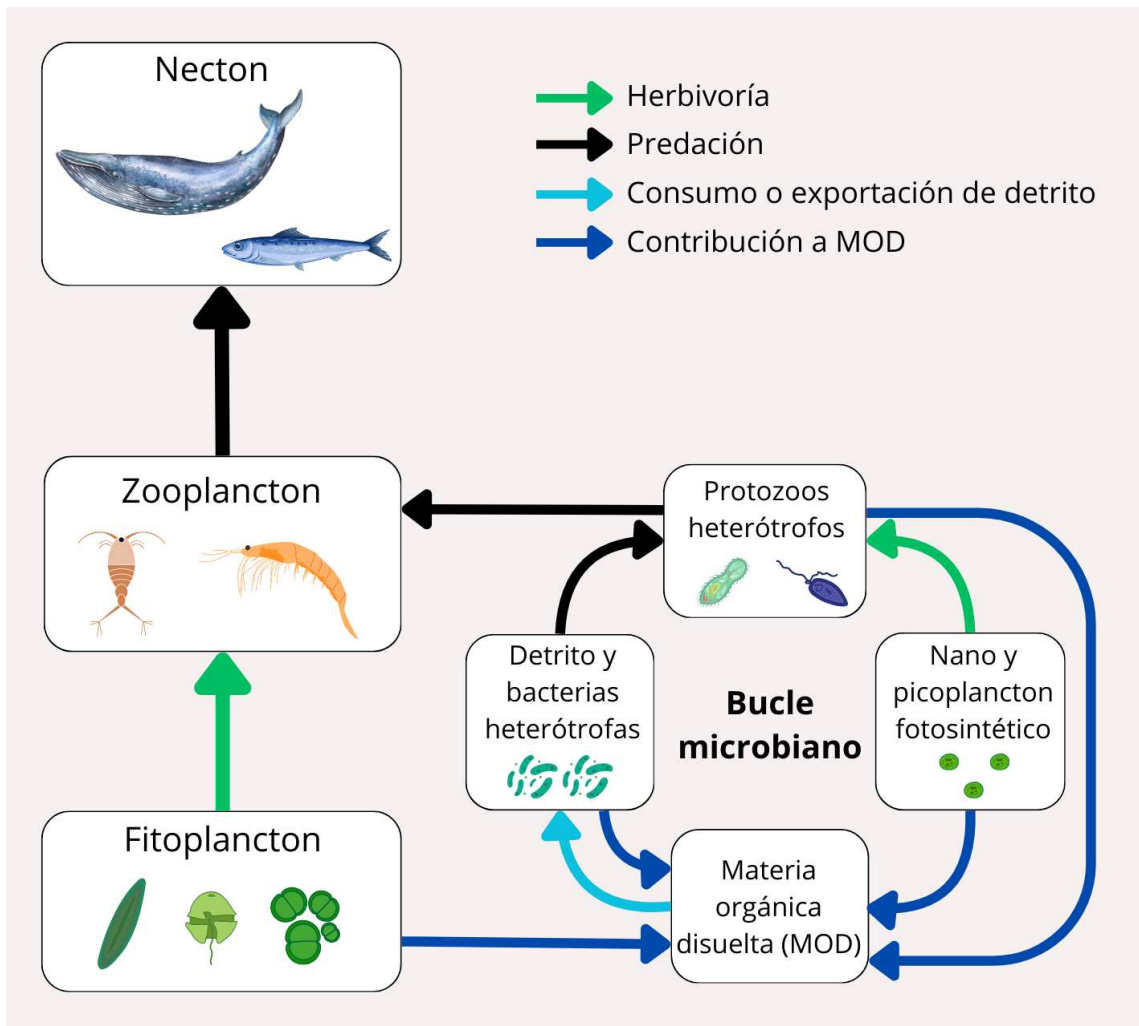


Figura 2: representación gráfica de la cadena trófica clásica (izquierda) y el bucle microbiano (derecha) (modificado de Castro y Huber, 2016).

Este trabajo se enfoca en los organismos pertenecientes al micro y mesozooplankton, principalmente en los copépodos. La subclase Copepoda pertenece a la clase Maxillopoda, dentro del subphylum Crustacea que a su vez es parte del phylum Arthropoda (Boltovskoy, 1999). Dentro de Copepoda se pueden distinguir 10 órdenes según la clasificación de Boltovskoy (1999): Platycopioidea, Calanoida, Misophrioida, Harpacticoida, Monstrilloidea, Mormonilloidea, Gelyelloidea, Cyclopoida, Siphonostomatoida y Poecilostomatoida. Estudios más recientes han revelado que este último orden no se considera como un grupo filogenéticamente separado de Cyclopoida (Boxshall y Halsey, 2004). En el Océano Atlántico Sur se encuentran presentes únicamente cuatro de estos órdenes, Calanoida, Cyclopoida, Harpacticoida y Siphonostomatoida (Boltovskoy, 1999; Cepeda et al., 2018).

La estructura corporal general de un copépodo se divide en la parte anterior llamada prosoma y la parte posterior o urosoma (Figura 3). La región anterior del prosoma, denominada cefalosoma, está compuesta por cinco segmentos cefálicos que portan las

anténulas, antenas, mandíbulas, maxílulas y maxilas. También forma parte del cefalosoma el primer segmento torácico que porta los maxilipedios. En muchos casos, el segundo segmento torácico, con el primer par de patas natatorias, también se encuentra fusionado al cefalosoma. Los apéndices restantes se encuentran en los segmentos post cefálicos (o torácicos) que constituyen el metasoma. El urosoma no porta apéndices, pero en su último segmento, llamado somito anal, se puede encontrar un par de ramas caudales (Boltovskoy, 1999).

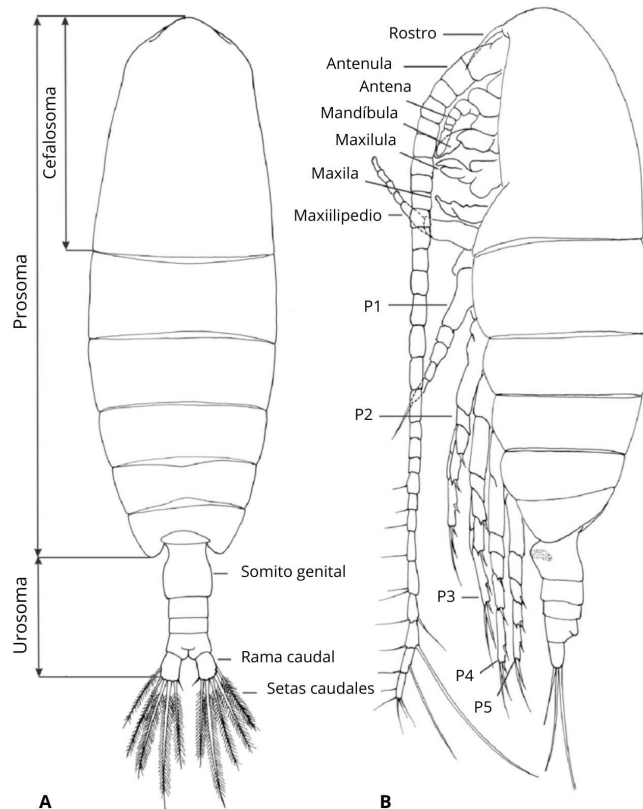


Figura 3: Estructura corporal general de un copépodo del orden Calanoida, A: vista dorsal y B: vista lateral (modificado de Soh, 2013).

Antes de alcanzar el estadio adulto, los copépodos atraviesan seis estadios denominados larva nauplii (N I a N VI) y cinco estadios copepodito (C I a C V) (Figura 4). El tiempo de desarrollo desde huevo hasta adulto suele variar entre dos a seis semanas y se ve afectado tanto por la temperatura del agua como por la disponibilidad de alimento (Redden et al., 2009).

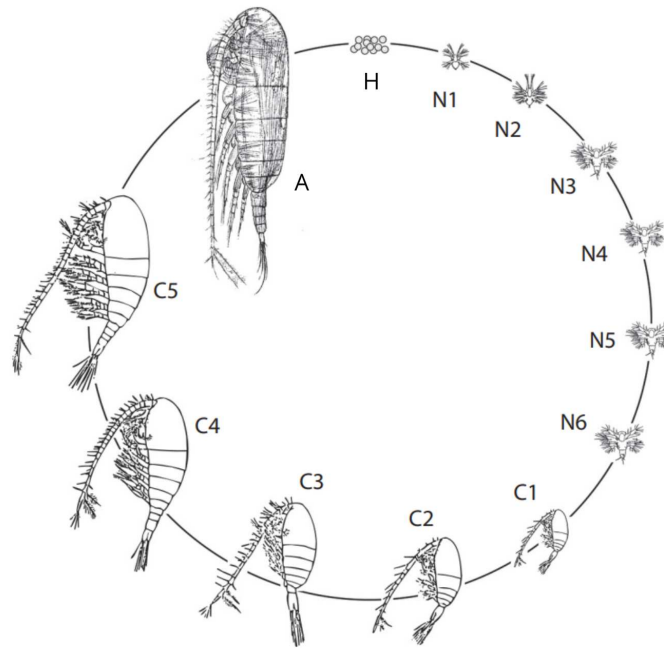


Figura 4: Esquema general del ciclo de vida de un copépodo del orden Calanoida donde H: huevo, N1-N6: estadios de larva nauplii, C1-C5: estadios juveniles copepodito y A: adulto (modificado de Baumgartner y Tarrant., 2017)

Su tamaño corporal determina las posibles interacciones de tipo presa-depredador (Emmerson y Raffaelli, 2004). El largo del prosoma es, en la mayoría de los casos, la medida más utilizada para analizar el tamaño de los copépodos y a partir de la cual se pueden realizar estimaciones como el peso o el contenido de carbono o nitrógeno (Grossmann y Lindsay, 2014). En contraste, el urosoma presenta mayores dificultades para obtener mediciones precisas, al ser una estructura más flexible y variable (Pearre, 1980a). Si bien los tamaños varían, en términos generales, los estadios nauplii forman parte del microzooplancton, es decir, suelen tomar tamaños entre los 20 y 200 μm mientras que los estadios copepoditos y los copépodos adultos forman parte del mesozooplancton (0,2 - 20 mm) (Redden et al., 2009).

1.2 Área de estudio

El área de estudio se extiende a lo largo de la costa de Tierra del Fuego, desde los -53°S hasta los -55°S y desde los -68°O hasta los -64°O , formando parte de la plataforma patagónica sur también llamada plataforma patagónica austral.

La dinámica oceanográfica de la región está influenciada por la Corriente de Cabo de Hornos que proviene del océano Pacífico Sur y la Corriente Patagónica que corre a lo largo de la costa en dirección N-NE (Figura 5). La circulación se intensifica en la plataforma externa ya que hay una mayor influencia de la Corriente de Malvinas. Las aguas subantárticas de la plataforma están diluidas por la influencia de aguas provenientes de la descarga del Estrecho de Magallanes que conecta el Océano Pacífico con el Océano Atlántico, y las aguas

que ingresan a la plataforma por el Estrecho de Le Maire (Acha et al., 2004). Este último es un pasaje ubicado entre la Isla Grande de Tierra del Fuego y la Isla de los Estados que comunica al Mar Argentino con la zona más austral. El ingreso de aguas de baja salinidad del Estrecho de Magallanes se extiende sobre la plataforma debido a los efectos de difusión y advección de la capa de Ekman causada por los vientos predominantes del oeste, lo que forma un frente estuarino frío (Acha et al., 2004). Las salinidades sobre la plataforma continental son típicamente inferiores a 33,9, excepto por máximos locales cerca de la costa asociados con el exceso de evaporación sobre la precipitación (Brun et al., 2020).

La distribución de temperatura en la plataforma patagónica austral durante el verano muestra un patrón heterogéneo, con máximos en el norte y mínimos en el sureste. Sin embargo, en la zona comprendida entre los 53°S y 55°S, la columna de agua resulta altamente homogénea a profundidades menores a los 100 metros. Este fenómeno sugiere una intensa mezcla vertical, probablemente inducida por las fuertes mareas características de la región (Glorioso y Flather, 1995).

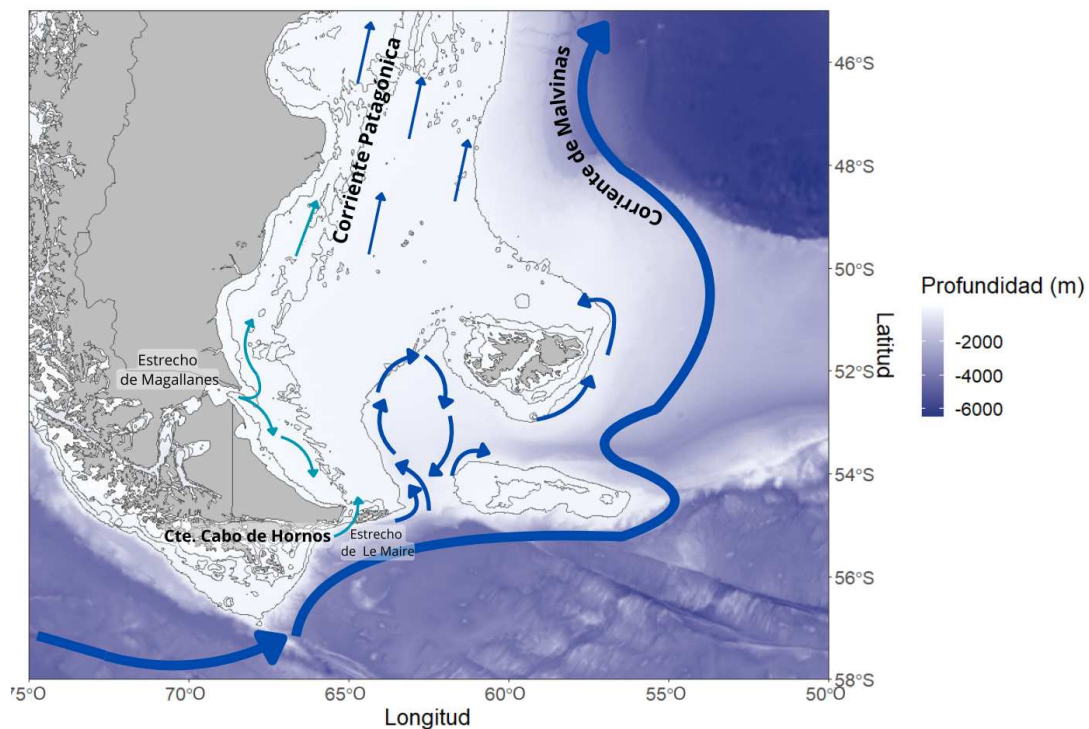


Figura 5: Esquema de la circulación oceánica de la plataforma patagónica austral (modificado de Falabella et al., 2009).

La plataforma patagónica austral se destaca por ser un ecosistema altamente dinámico y productivo gracias a la presencia de frentes costeros, la circulación impulsada por los vientos del oeste y la amplitud de las mareas que la caracterizan (Piola y Rivas, 1997; Glorioso, 2000). Las elevadas concentraciones de nitrito que caracterizan las aguas de Tierra del Fuego están asociadas con la fase de senescencia del fitoplancton y con procesos de regeneración de nutrientes causados por la actividad bacteriana. Esta regeneración se ve favorecida por los patrones de circulación local que contribuyen a la retención de materia orgánica (Garzón-Cardona et al., 2024).

1.3 Antecedentes en el área de estudio

La comunidad zooplanctónica costera de la plataforma patagónica austral, analizada en trabajos previos con redes de 200 - 400 μm de poro, está compuesta por un gran número de artrópodos, principalmente copépodos, eufausiáceos y misidáceos, además de otros invertebrados (Sabatini et al., 2001; 2004; 2012; Padovani et al., 2012). En particular, durante el otoño las costas fueguinas están dominadas por los copépodos de la especie *Drepanopus forcipatus*, seguidos por *Calanus australis* (Sabatini et al., 2001) y *Oithona* spp. (Sabatini, 2008). Se ha registrado también la presencia de *Centropages brachiatus*, *Clausocalanus laticeps*, *Clausocalanus brevipes*, *Calanus simillimus*, *Neocalanus tonsus* y *Rhincalanus nasutus* (Sabatini et al., 2001; Sabatini, 2008). Se destaca también, aunque en menor medida, la presencia de anfípodos de la especie *Themisto gaudichaudii* principalmente, y de eufáusidos de las especies *Euphausia lucens* y *Thysanoessa gregaria*. En abundancias aún menores se registró la presencia de quetognatos, pterópodos, ostrácodos y larvas de lamelibranquios (Sabatini, 2008).

Asimismo, un trabajo previo realizado con material proveniente de la misma campaña en la que se recolectaron las muestras de este estudio, pero utilizando una red Bongo con abertura de poro de 300 μm , reveló una gran diversidad de invertebrados marinos (Álvarez, 2022). Entre ellos podemos mencionar a sifonóforos, medusas, juveniles de ofiuras, larvas de ascidias, apendicularias, quetognatos, gasterópodos, poliquetos, eufáusidos, misidáceos, anfípodos, larvas de decápodos, isópodos, cumáceos, copépodos y ostrácodos. El grupo dominante de organismos fueron los copépodos calanoideos, siendo *Drepanopus forcipatus* la especie más abundante y con mayor frecuencia de ocurrencia. Podemos destacar también al copépodo *Calanus australis* y en tercer lugar a *Clausocalanus brevipes*. Se registraron en total 11 especies de copépodos en el área de estudio, la mayoría pertenecientes a estadios adultos. En orden decreciente de abundancia se contabilizaron los misidáceos y los eufáusidos. Se encontraron dos especies de misidáceos, siendo *Neomysis monticelli* la especie dominante. Dentro de los eufáusidos también se identificaron dos especies *Euphausia lucens* que fue la especie más abundante a menores latitudes, y *Thysanoessa gregaria* que resultó la más abundante hacia el sur de 54°S. En términos generales, la abundancia y la biomasa zooplanctónica de las costas fueguinas mostró un aumento latitudinal en el otoño.

Si bien la red Bongo de 300 μm recolectó una gran diversidad de organismos, posiblemente se haya subestimado la cuantificación de especies del zooplancton de menor tamaño así como sus estadios larvales e incluso pueden no haberse recolectado debido al tamaño del poro de la red. Antacli et al. (2010), en un estudio previo en la plataforma patagónica austral, comparó la eficiencia de redes de plancton de distinta abertura de malla (150 μm y 66 μm), observó que las estimaciones de abundancia resultaron en diferentes estructuras de la comunidad. Los autores señalaron que con la red de menor tamaño de poro se obtuvo un mayor porcentaje de nauplii y un menor porcentaje del copépodo *D. forcipatus* y concluyeron que la red de 150 μm subestimó tanto a los estadios de desarrollo más tempranos como a las especies de pequeño tamaño, principalmente a los estadios copepoditos C1-C5 de *O. helgolandica*, al estadio copepodito C1 de *D. forcipatus* y a las larvas nauplii.

2. Objetivos e hipótesis

La elección de la abertura de malla en las redes de plancton es fundamental para determinar la composición y abundancia de la comunidad zooplanctónica, ya que diferentes tamaños de malla capturan distintos grupos de organismos. Dado que los estudios previos realizados en la plataforma patagónica austral se han centrado principalmente en redes de mayor tamaño, existe una brecha de conocimiento sobre la comunidad zooplanctónica de menor tamaño en esta área. El presente trabajo busca complementar la información existente con el fin de proporcionar una caracterización integral de la comunidad zooplanctónica del área.

Objetivo general: Caracterizar la comunidad zooplanctónica de las costas fueguinas (53° -55 °S y 64° - 68 °O) durante otoño, con énfasis en los organismos de pequeño tamaño, y establecer su relación con las características ambientales.

Objetivos específicos:

- Identificar los grupos de organismos que componen la comunidad zooplanctónica de las costas de Tierra del Fuego durante el otoño.
- Identificar las especies de copépodos de la comunidad zooplanctónica en las costas fueguinas.
- Determinar la estructura de tamaños de los copépodos de la comunidad zooplanctónica en las costas fueguinas.
- Comparar la abundancia y la composición de la comunidad zooplanctónica obtenida con una red de 67 μm respecto a aquella obtenida por una red de 300 μm (Álvarez, 2022).

Hipótesis general: En otoño, la abundancia, composición y estructura de tamaños del zooplancton costero de Tierra del Fuego difiere entre estaciones de muestreo, influenciado por las características físicas y químicas de la columna de agua.

3. Materiales y métodos

3.1 Procedencia de las muestras

El área de estudio está comprendida entre las coordenadas geográficas 53°S a 55°S y 68°O a 64°O y se caracteriza por profundidades menores a 100 metros (Figura 6). Durante la Campaña denominada "Tierra del Fuego- Banco Burdwood", realizada a bordo del Buque Oceanográfico Puerto Deseado entre las fechas de 29 de marzo y 4 de abril de 2014, se recolectaron muestras de zooplancton de la costa atlántica de Tierra del Fuego en ocho estaciones (Tabla 1).

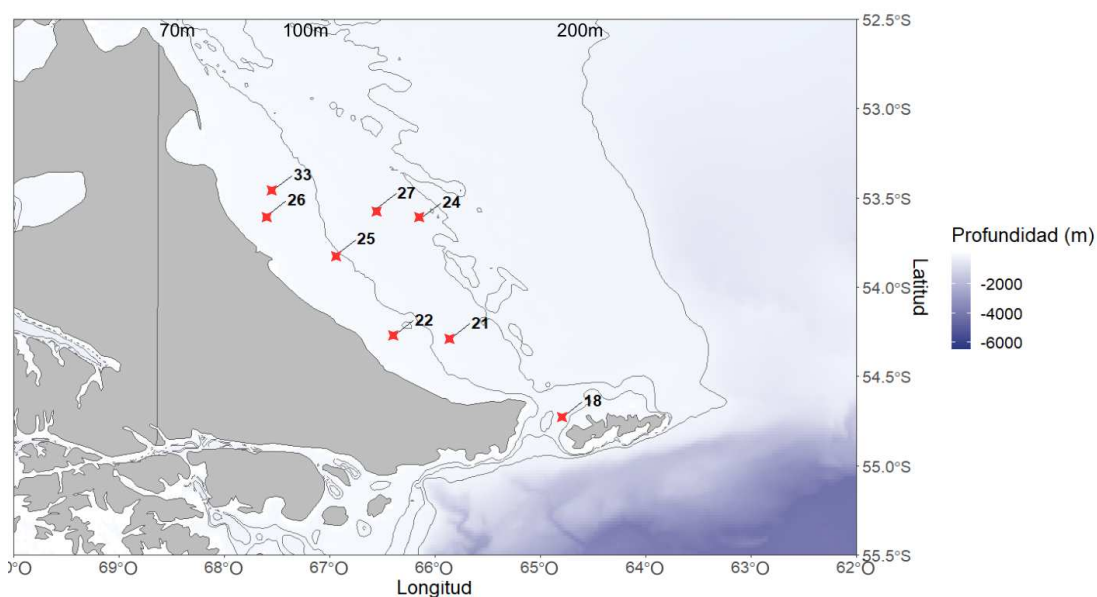


Figura 6: Ubicación de las estaciones de muestreo durante la Campaña “Tierra del fuego - Banco Burwood” del BO Puerto Deseado (29/03/14 - 04/04/14). Se indican las isobatas de 70, 100 y 200m de profundidad.

Tabla 1: Información general sobre las estaciones de muestreo (posiciones, fecha, hora) y los volúmenes filtrados por la red junto con la profundidad de muestreo. Se indican los valores de temperatura y salinidad superficial registrados en cada estación.

Estación	Latitud	Longitud	Día	Hora (UTC -3)	Prof. fondo (m)	Prof. red (m)	Vol. filtrado (m ³)	Temperatura (°C)	Salinidad
18	-54,73	-64,80	02/04/2014	23:15	81	70	10,24	7,6	31,3
21	-54,30	-65,87	02/04/2014	13:10	73	68	10,41	8,0	31,8
22	-54,28	-66,40	31/03/2014	12:00	38	30	6,87	8,4	32,2
25	-53,82	-66,95	31/03/2014	21:40	50	45	8,31	8,8	32,1
24	-53,62	-66,15	02/04/2014	6:25	83	70	19,83	8,0	28,9
26	-53,61	-67,62	01/04/2014	5:50	40	30	26,03	8,9	32,2
27	-53,57	-66,57	02/04/2014	1:20	84	70	32,22	8,1	32,2
33	-53,47	-67,56	01/04/2014	14:50	51	45	15,19	9,1	32,1

Para llevar a cabo el muestreo se utilizó una red de plancton Mini Bongo con una malla con abertura de poro de 67 μm realizando arrastres oblicuos desde las proximidades del fondo hasta la superficie. El volumen de agua filtrado por la red fue determinado mediante un

flujómetro mecánico Hydrobios adosado en la boca de la red. Las muestras fueron preservadas en formaldehído al 5% para su posterior análisis en el laboratorio.

3.2 Análisis de las muestras

Dada la gran concentración de organismos, cada muestra fue previamente homogeneizada y diluida a un volumen final de 400 o 300 ml, según el caso, para facilitar el conteo. Se analizaron tres o cuatro alícuotas de 10 ml cada una de modo de analizar el 10% del volumen total de cada muestra. Los organismos presentes fueron separados utilizando un microscopio estereoscópico Leica S6 D Greenough. Se contabilizaron los individuos pertenecientes a los principales grupos taxonómicos observados: copépodos (calanoideos, ciclopoideos y larvas nauplii) así como apendicularias, eufáusidos, foraminíferos, poliquetos, anfípodos. Los copépodos fueron identificados taxonómicamente a nivel de especie según Boltovskoy (1999). Solo se identificaron a nivel de especie los individuos adultos, mientras que la identificación de los copepoditos se limitó al nivel de orden. Los taxones restantes se identificaron a nivel de orden (Euphausiacea, Amphipoda y Mysida), clase (Appendicularia, Polychaeta, Ophiuroidea y Foraminifera) o phylum (Chaetognatha y Cnidaria). En los casos en los que fue necesario, se utilizó un microscopio óptico OLYMPUS BH2 para la identificación de los organismos. Para estimar la abundancia, se contaron todos los individuos presentes en cada alícuota y se extrapoló al volumen total de la muestra, utilizando el dato del volumen filtrado por la red se expresaron los resultados como número de individuos por metro cúbico. Además, en cada estación se midió la longitud del prosoma de 30 copépodos de cada grupo (ciclopoideos, calanoideos y nauplii), seleccionados al azar, utilizando el software Leica LAS EZ con el fin de evaluar la distribución de tallas en las estaciones.

3.3 Información complementaria

En cada estación se obtuvieron medidas de temperatura y salinidad que fueron proporcionadas por el Dr. Jacobo Martín (CADIC) (Tabla 1). Adicionalmente, se dispuso de datos de abundancia de los organismos zooplanctónicos de mayor tamaño y de sus principales especies, obtenidos por Álvarez (2022) durante la misma campaña oceanográfica en la que se recolectaron las muestras del presente estudio. Para el trabajo de Álvarez (2022), se recolectaron ocho muestras en las mismas ubicaciones geográficas consideradas en el presente trabajo, utilizando una red Bongo con malla de 300 μm de abertura de poro. Los muestreos consistieron en arrastres oblicuos realizados desde las proximidades del fondo hasta la superficie.

3.4 Análisis de datos

Con el uso del software estadístico RStudio se generaron mapas para representar la ubicación de las estaciones de muestreo, mapas con gradientes de color para visualizar las variables ambientales (temperatura y salinidad superficial), y mapas con burbujas cuyo tamaño refleja la abundancia total de zooplancton y las abundancias parciales de distintos grupos dentro de los copépodos (calanoideos, ciclopoideos y larvas nauplii). Para la representación geográfica, se utilizaron datos batimétricos extraídos mediante el paquete

marmap. Las capas terrestres se construyeron con los paquetes `sf` y `rnaturalearth`, mientras que las curvas de nivel batimétrico se trazaron con `geom_contour()`. Las estaciones fueron localizadas y etiquetadas utilizando funciones de `ggplot2` y `ggrepel`.

Adicionalmente, se realizó un análisis de componentes principales (PCA) con el objetivo de explorar la variación conjunta entre variables ambientales y las abundancias relativas de los principales grupos de organismos zooplanctónicos registrados en cada estación. Este análisis se llevó a cabo mediante programación en lenguaje Python, utilizando los paquetes `pandas`, `numpy`, `scikit-learn`, `matplotlib` y `adjustText`. Previamente a la aplicación del PCA, los datos fueron estandarizados mediante la función `StandardScaler()` del paquete `sklearn.preprocessing`, a fin de normalizar las unidades de medida. Posteriormente, se realizó la reducción de dimensiones a través de la función `PCA()`, y se graficaron los resultados en un biplot. En dicho gráfico se representaron las estaciones como puntos en el espacio definido por los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2), y se añadieron vectores que indican la dirección y magnitud de la contribución de cada variable (ambiental y biológica) a la varianza explicada.

Asimismo, se evaluaron correlaciones estadísticas entre las variables ambientales (temperatura, salinidad y profundidad) y las abundancias zooplanctónicas, tanto totales como parciales (larvas nauplii, copepoditos y adultos de copépodos calanoideos y ciclopoideos), mediante el coeficiente de correlación de Spearman. Este análisis se llevó a cabo utilizando el lenguaje de programación Python y la función `spearmanr()` del paquete `scipy.stats`.

Los análisis estadísticos y las representaciones gráficas de las tallas de copépodos (larvas nauplii, calanoideos y ciclopoideos) se realizaron mediante programación en Python. Para ello se utilizaron los paquetes `pandas`, `matplotlib`, `seaborn`, `numpy`, `scipy.stats` y `scikit-posthocs`. Se generaron gráficos de tipo `boxplot` para visualizar la distribución de tallas entre estaciones de muestreo. La normalidad de los datos se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk (`shapiro`). Dado que en varios casos los datos no presentaron una distribución normal, se optó por aplicar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (`kruskal`) para evaluar si existían diferencias significativas de talla entre estaciones. En los casos en que esta prueba fue significativa, se aplicó una prueba post hoc de Dunn (`scikit-posthocs`) con ajuste de Bonferroni para corregir por comparaciones múltiples y reducir el riesgo de errores tipo I. Complementariamente, se calcularon los valores Z para cada comparación entre estaciones, a fin de interpretar con mayor detalle la magnitud y dirección de las diferencias observadas.

Los resultados obtenidos en este trabajo (red Mini Bongo de 67 μm) fueron comparados con los resultados obtenidos por Álvarez (2022) con una red Bongo de 300 μm , mediante la elaboración de distintos gráficos y tablas a fin de facilitar su visualización.

4. Resultados

4.1 Distribución y composición de la comunidad del zooplancton

Se identificaron un total de 10 grupos (cuatro clases y seis órdenes) de organismos en el área de estudio (Tabla 2, Figura 7), de los cuales Copepoda fue el único grupo de organismos que se identificó a nivel de especie. Organismos de la clase Foraminifera

estuvieron presentes en las ocho estaciones estudiadas. La presencia de Appendicularia y Euphausiacea se registró en siete estaciones, ambos grupos estuvieron ausentes en la estación 33. Anfípodos y poliquetos estuvieron presentes en cinco de las ocho estaciones, quetognatos y misidáceos en tres estaciones y cnidarios y ofiuros se registraron en una única estación. Los copépodos fueron el grupo más representativo. Las larvas nauplii se registraron en todas las estaciones. Se identificaron tres órdenes dentro de los copépodos: Calanoida, Cyclopoida y Harpacticoida, siendo el primero el orden de mayor abundancia. Se registraron siete especies de copépodos calanoideos, de las cuales dos (*Drepanopus forcipatus* y *Calanus australis*) estuvieron presentes en todas las estaciones de muestreo; cuatro especies y dos géneros de copépodos ciclopoideos, de las cuales *Oithona nana* fue la única especie registrada en las ocho estaciones muestreadas; y una única especie de copépodo harpacticoeo, *Microsetella norvegica*, que se observó en seis de las ocho estaciones analizadas. Otras especies se destacaron por presentarse en una única estación: *Oithona oculata* (E 24), *Sapphirina opalina* (E 26), *Clausocalanus brevipes* (E 25), *Metridia lucens* (E 27), *Copilia* sp. (E 22).

Tabla 2: Composición taxonómica de la comunidad zooplanctónica registrada en las distintas estaciones de muestreo. La presencia de cada taxón en una estación está indicada con una "x".

Taxón	E 18	E 21	E 22	E 24	E 25	E 26	E 27	E 33
Foraminifera	x	x	x	x	x	x	x	x
Appendicularia	x	x	x	x	x	x	x	
Euphausiacea	x	x	x	x	x	x	x	
Amphipoda	x			x	x		x	x
Polychaeta		x	x	x	x	x		
Chaetognatha	x			x			x	
Mysida				x	x		x	
Cnidaria				x				
Ophiuroidea					x			

Tabla 2. Continuación: Composición taxonómica de la comunidad zooplanctónica registrada en las distintas estaciones de muestreo. La presencia de cada taxón en una estación está indicada con una "x".

Taxón	E 18	E 21	E 22	E 24	E 25	E 26	E 27	E 33
Calanoida (Copepoda)								
<i>Calanus australis</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Calanus similimus</i>				x			x	
<i>Centropages brachiatus</i>				x			x	
<i>Clausocalanus brevipes</i>					x			
<i>Drepanopus forcipatus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Metridia lucens</i>							x	
<i>Paracalanus parvus</i>		x				x		
Cyclopoida (Copepoda)								
<i>Oithona atlantica</i>	x	x		x		x	x	
<i>Oithona nana</i>	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Oithona oculata</i>				x				
<i>Sapphirina opalina</i>						x		
<i>Sapphirina sp.</i>			x					
<i>Copilia sp.</i>			x					
Harpacticoidea (Copepoda)								
<i>Microsetella norvegica</i>		x	x	x	x	x	x	
Larvas nauplii (Copepoda)	x	x	x	x	x	x	x	x

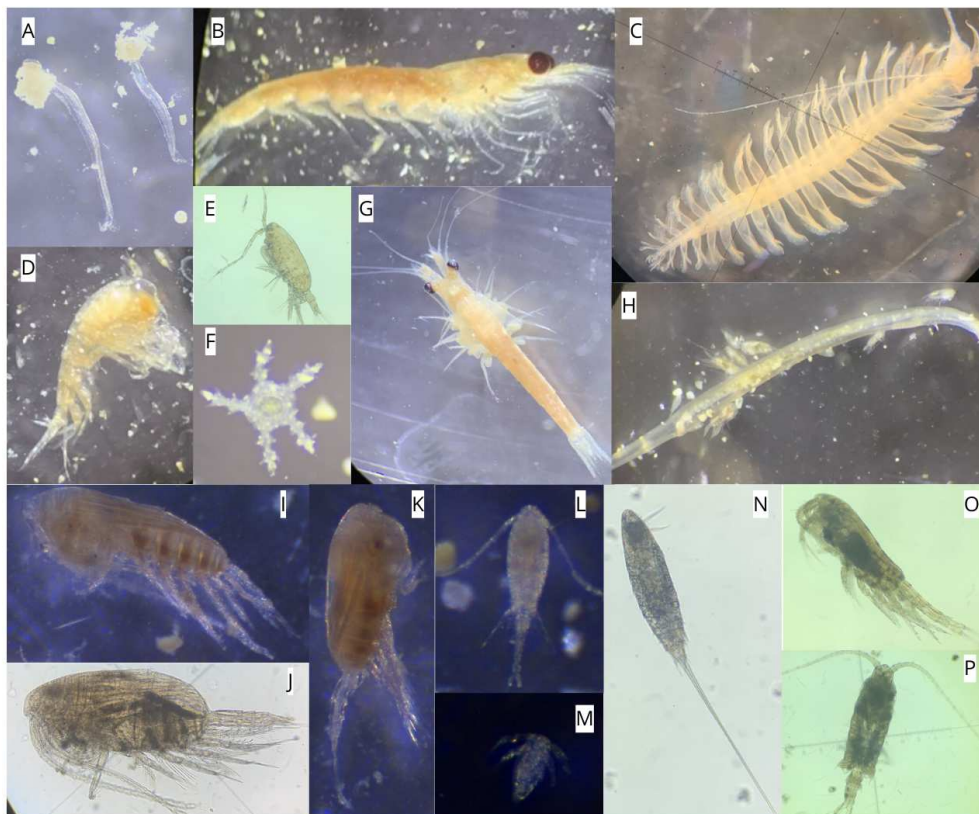


Figura 7: Ejemplares presentes en las muestras colectadas en la campaña “Tierra del Fuego - Banco Burwood” durante el otoño. A) Appendicularia; B) Euphausiacea; C) Polychaeta; D) Amphipoda; E) copepodito C3 (Copepoda, Calanoida); F) Ophiuroidea (juvenil); G) Mysida; H) Chaetognatha; I) *Calanus australis*, Calanoida, Copepoda; J) *Paracalanus parvus*, Calanoida, Copepoda; K) *Drepanopus forcipatus*, Calanoida, Copepoda; L) *Oithona atlantica*, Cyclopoida, Copepoda; M) larva nauplius (Copepoda); N) *Microsetella norvegica*, Harpacticoida, Copepoda; O) *Metridia lucens*, Calanoida, Copepoda; P) *Centropages brachiatus*, Calanoida, Copepoda.

La densidad total de organismos zooplanctónicos (ind/m³) varió entre las estaciones de muestreo, con valores que oscilaron entre 2433,59 ind/m³ en la estación 18 y un máximo de 12554,75 ind/m³ en la estación 25. Otras estaciones con gran abundancia de organismos fueron la 22 (11352,26 ind/m³) y la 33 (9014,48 ind/m³), mientras que las menores abundancias se registraron en las estaciones 24 (3367,12 ind/m³) y 18 (2433,59 ind/m³) (Figuras 8 y 9).

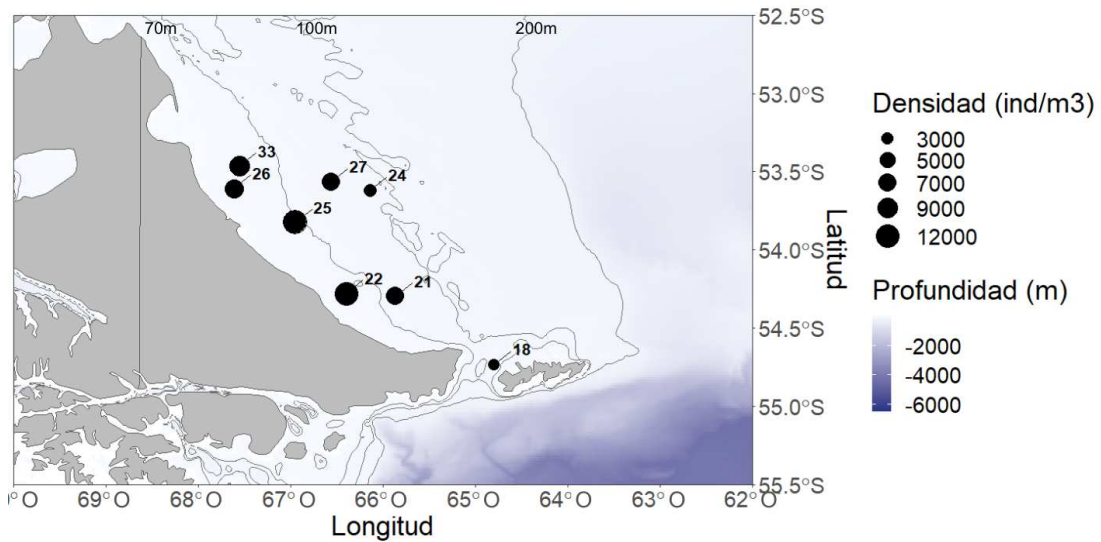


Figura 8: Distribución de la abundancia total de zooplancton (ind/m³) por estación muestreada en la campaña "Tierra del Fuego - Banco Burdwood" durante el otoño en las costas fueguinas.

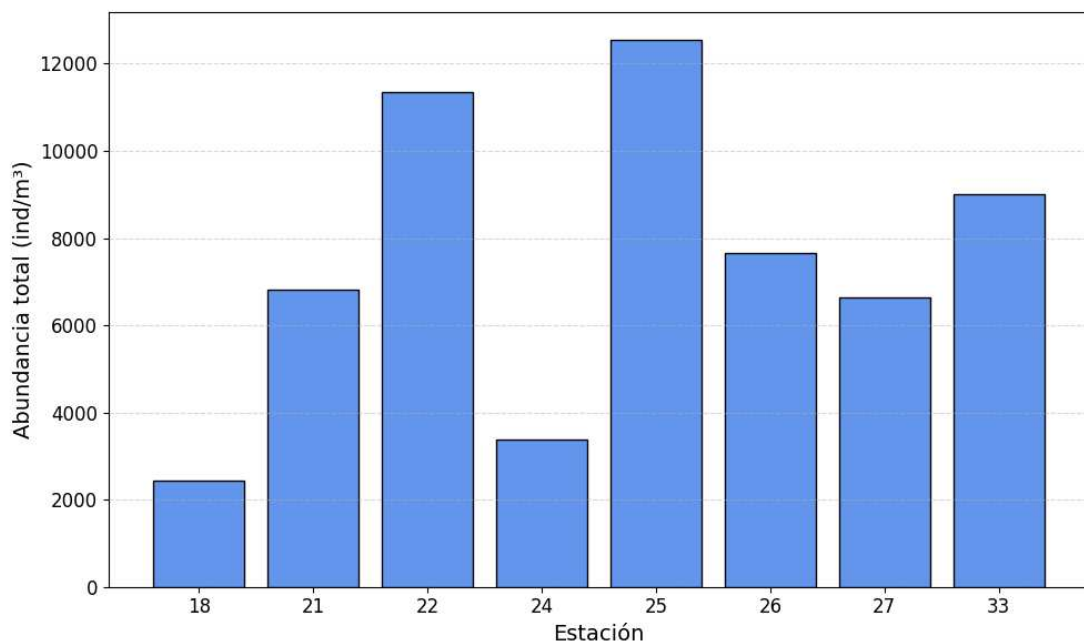


Figura 9: Abundancia total de zooplancton (ind/m³) en cada estación muestreada en la campaña "Tierra del Fuego - Banco Burdwood" durante el otoño en las costas fueguinas.

En el área de estudio predominaron las larvas nauplii (51,5%), seguidas por los copépodos (adultos y copepoditos) (47,4%). La abundancia de los grupos restantes fue significativamente menor, representando, en conjunto, sólo el 1,1% del total. Dentro de estos últimos, Appendicularia fue el taxón más abundante, con un 60,3% de la abundancia, seguido por Foraminifera (21,5%) y Euphausiacea (9,0%). En menor proporción, se encontraron Polychaeta (4,2%), Amphipoda (2,8%) y Mysida (1,4%). Finalmente, los grupos

de menor abundancia fueron Chaetognatha (0,5%), Ophiuroidea (0,2%) y Cnidaria (0,1%) (Figura 10).

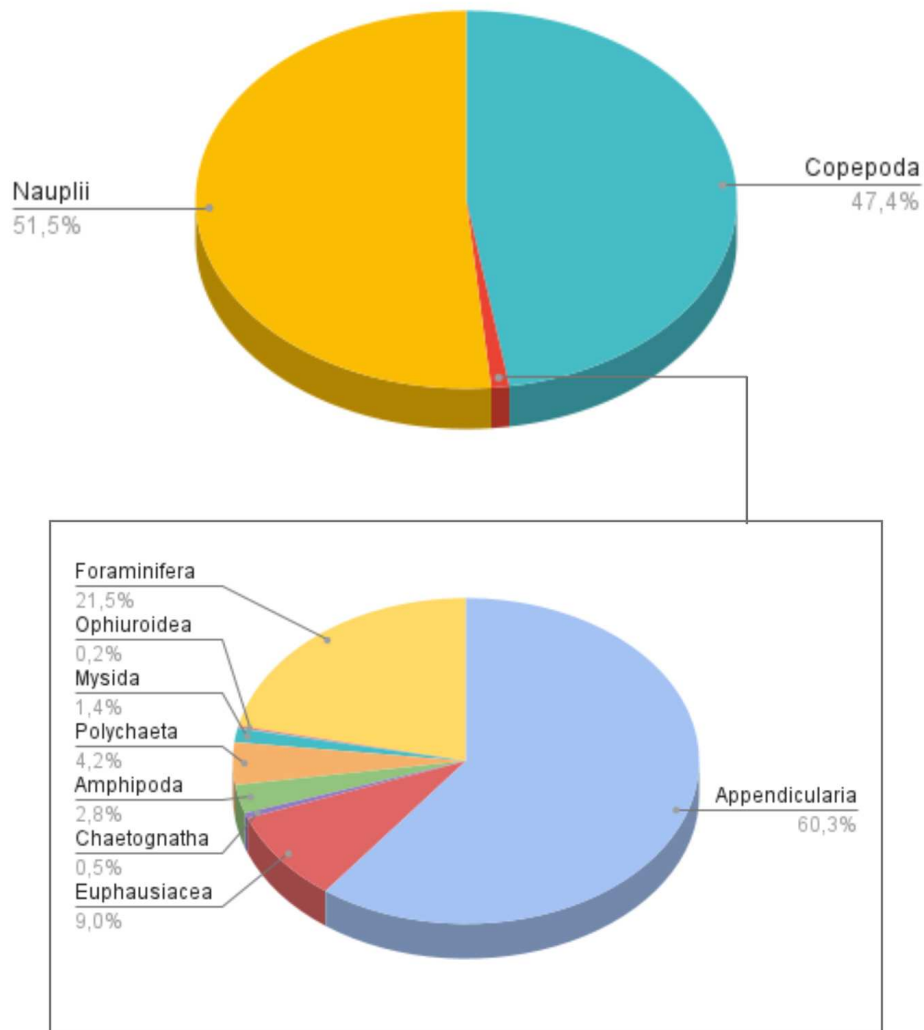


Figura 10: Abundancias relativas de los grupos de organismos del zooplancton en el área de estudio.

En todas las estaciones, los copépodos y las larvas nauplii dominaron en términos de abundancia, aunque se observa una variación en sus proporciones relativas. En algunas estaciones, los copépodos superaron a las nauplii, mientras que en otras ocurre lo contrario. Las densidades más altas se registraron para las larvas nauplii en las estaciones 22, 25 y 33 donde alcanzaron valores de 5985,4 ind/m³, 6694,3 ind/m³ y 7151,4 ind/m³ respectivamente. Estas tres estaciones junto con la estación 24 fueron aquellas donde la densidad de larvas nauplii superó la densidad de copépodos. Las densidades más altas de copépodos se registraron en las estaciones 22 y 25 con valores de 5315,9 ind/m³ y 5438 ind/m³ respectivamente (Figura 11).

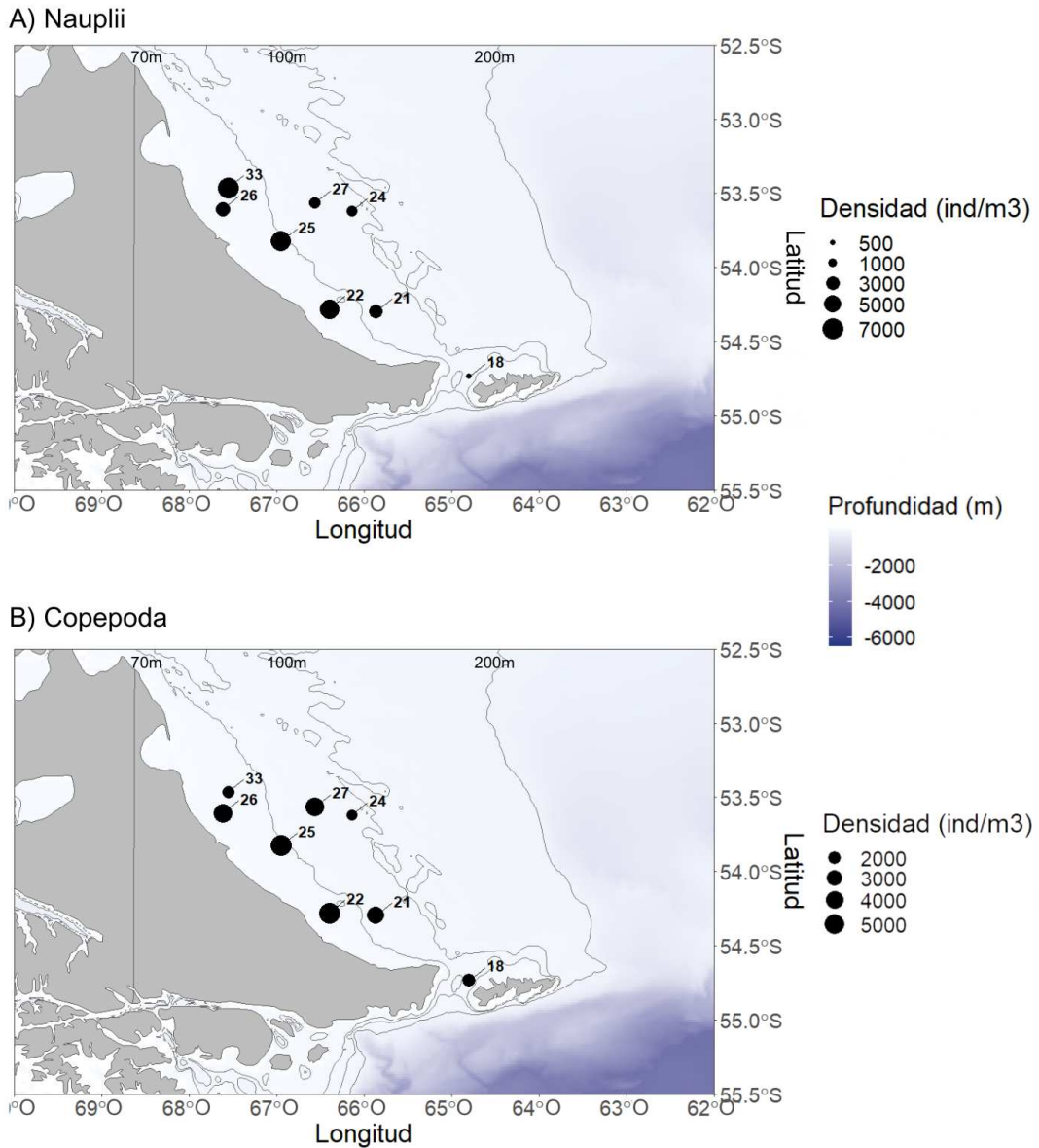


Figura 11: Densidad (ind/m³) de larvas nauplii (A) y de copépodos (copepoditos y adultos) (B) en cada estación de la campaña "Tierra del Fuego- Banco Burdwood" durante el otoño en las costas fueguinas.

Dentro de los copépodos, el orden Calanoida resultó ser el de mayor abundancia en todas las estaciones, seguido por Cyclopoida en segundo lugar (Figura 12). Harpacticoida se registró únicamente en las estaciones 21, 22, 24, 25, 26 y 27 con abundancias muy bajas, inferiores a 25 ind/m³.

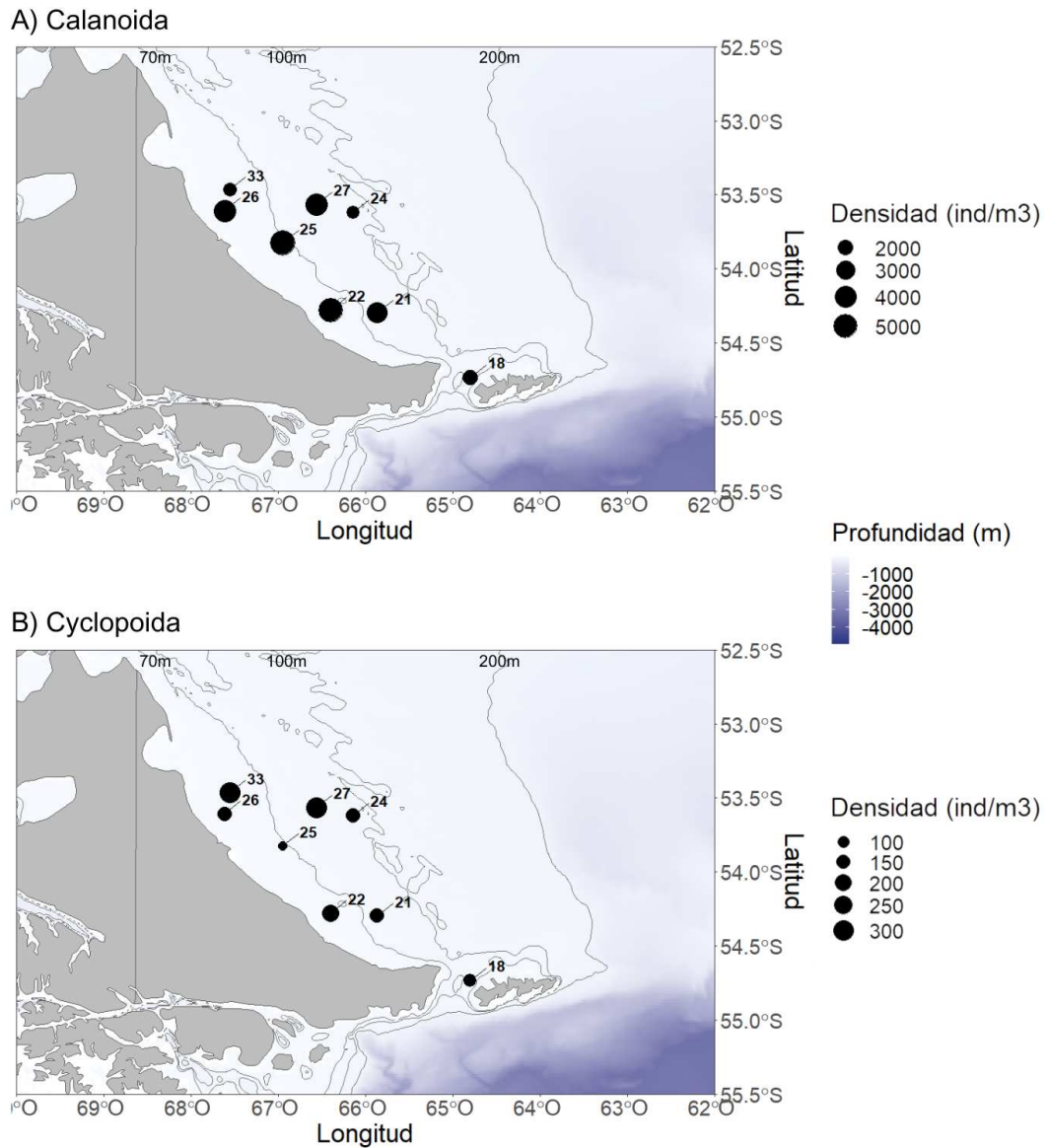


Figura 12: Densidad (ind/m³) de copépodos calanoideos (A) y ciclopoideos (B) en cada estación de la campaña "Tierra del Fuego- Banco Burdwood" durante el otoño en las costas fueguinas.

El tercer grupo más abundante varió entre estaciones, incluyendo foraminíferos, apendicularias y eufausiáceos. Sin embargo, sus abundancias se mantuvieron menores a 360 ind/m³. Los grupos restantes (Chaetognatha, Amphipoda, Polychaeta, Mysida, Cnidaria y Ophiuroidea) no sólo se encontraron con menor frecuencia sino que, además, sus abundancias fueron muy bajas, sin superar los 10 ind/m³ (Figura 13).

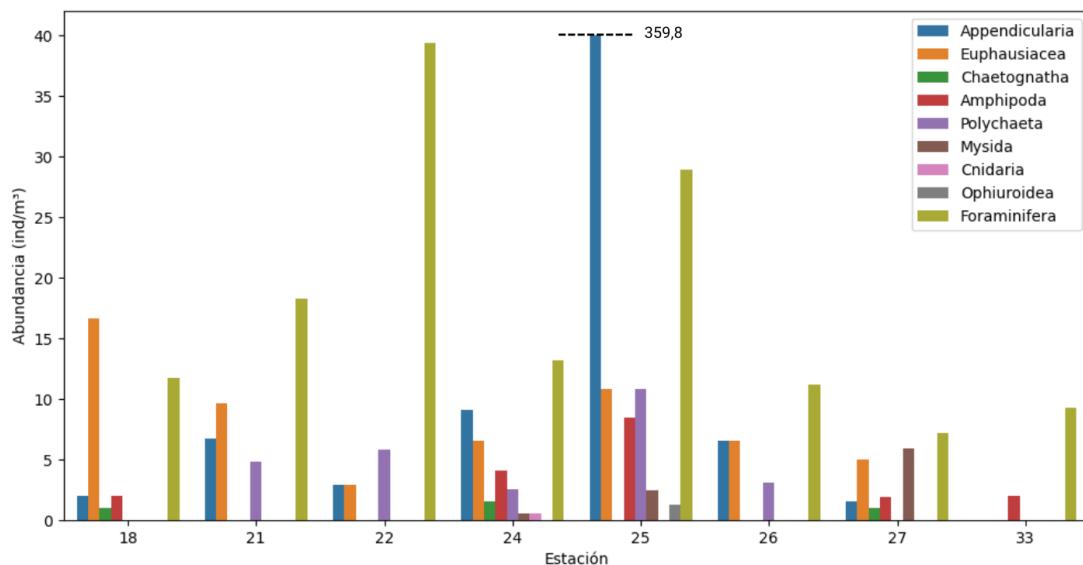


Figura 13: Abundancia (ind/m^3) de los restantes grupos de zooplancton (excluyendo Copepoda) en cada estación de la campaña "Tierra del Fuego- Banco Burdwood" durante el otoño en las costas fueguinas.

4.2 Variables ambientales y su relación con la comunidad zooplanctónica

En el área de estudio se observó una disminución de la temperatura hacia el sur. El valor máximo se registró en la estación 33 con $9,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y el valor mínimo, en la estación 18 con $7,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 14A). En cuanto a la salinidad, en siete de las ocho estaciones los valores se mantuvieron en el rango de 31,3 y 32,2. Por otro lado, en la estación 24 la salinidad registrada fue de 28,9 (Figura 14B).

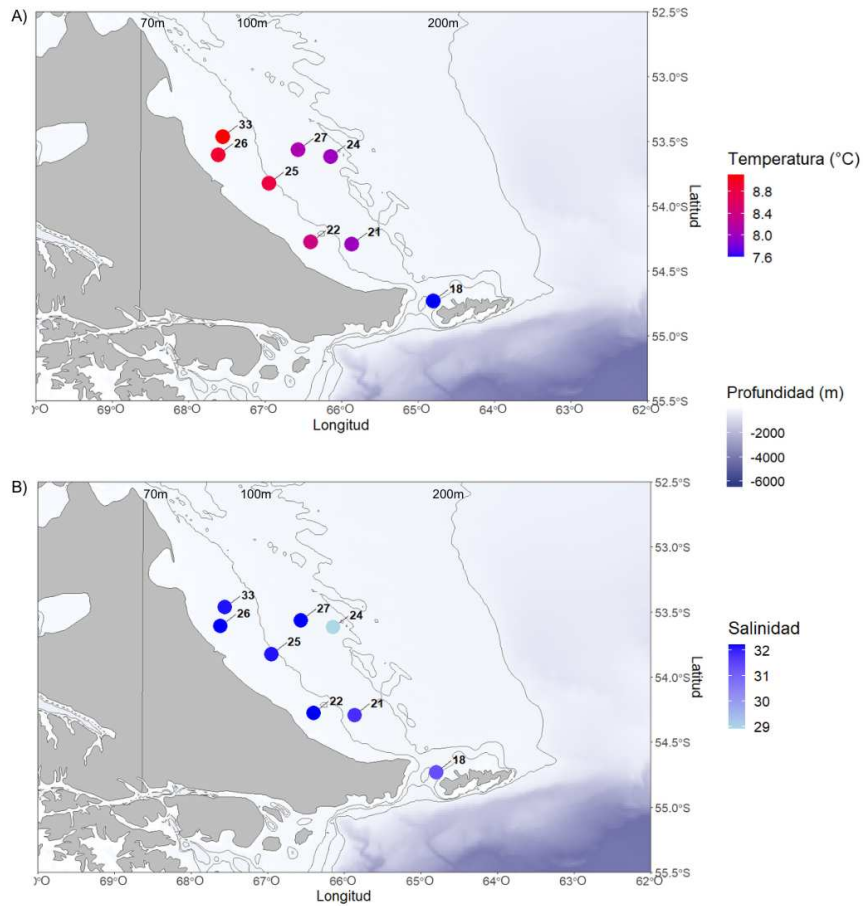


Figura 14: Distribución de la temperatura (A) y la salinidad (B) superficiales en las estaciones muestreadas durante la campaña “Tierra del Fuego- Banco Burdwood” realizada en otoño en las costas fueguinas.

El coeficiente de correlación de Spearman (Tabla 3) reveló una correlación positiva entre la abundancia total de organismos y la temperatura, y una correlación negativa con la profundidad.

Tabla 3: Coeficiente de correlación de Spearman entre las variables ambientales y las abundancias totales de individuos. Se resalta en **negrita** el p-valor < 0,05 que indica una correlación estadísticamente significativa.

Variable	Abundancia	
	R	p-valor
Temperatura	0,766	0,027
Salinidad	0,540	0,167
Profundidad	-0,786	0,021

A su vez, existió una correlación significativa positiva ($R = 0,886$, $p\text{-valor} = 0,003$) entre la abundancia de las larvas nauplii y la temperatura (Tabla 4). En cuanto a la profundidad, se observó una correlación negativa cuya significancia estuvo cercana al umbral estadístico ($p\text{-valor} = 0,058$), lo que sugiere una posible tendencia.

Tabla 4: Coeficiente de correlación de Spearman entre las variables ambientales y las abundancias de larvas Nauplii y de copépodos (copepoditos y adultos). Se resalta en **negrita** el $p\text{-valor} < 0,05$ que indica una correlación estadísticamente significativa.

Variable	Nauplii		Copepoda	
	R	p-valor	R	p-valor
Temperatura	0,886	0,003	0,275	0,509
Salinidad	0,479	0,230	0,687	0,060
Profundidad	-0,690	0,058	-0,476	0,233

No se observaron correlaciones significativas entre las abundancias de copépodos calanoideos y ciclopoideos y las variables ambientales (Tabla 5).

Tabla 5: Coeficiente de correlación de Spearman entre las variables ambientales y las abundancias de copépodos calanoideos y ciclopoideos, $p\text{-valor} > 0,05$ indica que la correlación no es estadísticamente significativa.

Variable	Calanoidea		Cyclopoida	
	R	p-valor	R	p-valor
Temperatura	0,275	0,509	0,180	0,670
Salinidad	0,687	0,060	0,344	0,404
Profundidad	-0,476	0,233	0,286	0,493

Como se observó en el gráfico resultante del análisis de componentes principales (Figura 15), los componentes 1 (PC1) y 2 (PC2) explicaron el 43% y 24% respectivamente de la varianza de los datos originales. Este análisis permitió visualizar la relación entre las estaciones de muestreo, la abundancia de los grupos de organismos presentes en cada una y las variables ambientales (temperatura, salinidad y profundidad) en el espacio

bidimensional generado por los dos componentes principales. Las estaciones 25, 22, 26 y 33 tomaron valores positivos en el eje definido por el PC1, mientras que las estaciones 24, 18, 27 y 21 tomaron valores negativos. En la dimensión definida por el PC2, las estaciones 24, 18 y 25 toman valores positivos y las estaciones 27, 21, 22, 26 y 33, valores negativos. Se observó una correlación entre la temperatura y la salinidad, mientras que la profundidad se orientó en dirección opuesta. Las estaciones 22, 33 y 26 se asociaron con valores menores de profundidad y mayores de temperatura. Tanto las abundancias de copépodos como de sus larvas nauplii mostraron una correlación con mayores valores de temperatura y salinidad. Por otro lado, las estaciones 24, 18 y 27 estuvieron afectadas por mayores profundidades y menores temperaturas y, además, mostraron una correlación con la abundancia de quetognatos y cnidarios. La estación 21 se vio asociada a valores intermedios para las tres variables ambientales. La estación 25 no mostró asociación con ninguna de las variables ambientales consideradas y se vio asociada a mayores densidades de apendicularias y ofiuros.

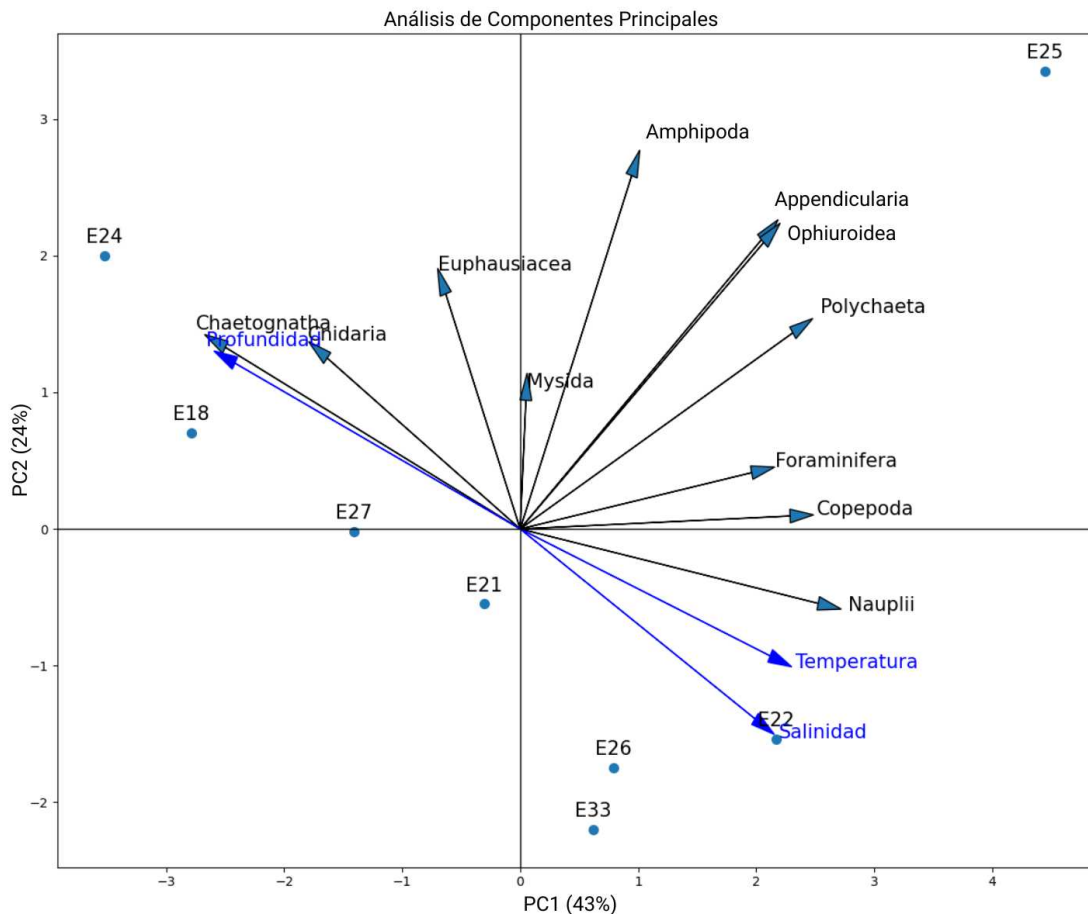


Figura 15: Análisis de componentes principales que considera las variables ambientales (temperatura, salinidad y profundidad) y las abundancias de los distintos grupos zooplanctónicos en cada estación.

4.3 Composición de tamaños de los copépodos y sus estadios larvales

Dentro de los organismos que fueron medidos, la proporción de copepoditos varió entre estaciones tanto para calanoideos como para ciclopoideos, aunque en la gran mayoría de los casos fueron el estadio dominante. La proporción de copepoditos calanoideos fluctuó entre un 80 y un 100%; mientras que la proporción de copepoditos ciclopoideos se encontró entre el 46,7 y 83,3%.

Se analizó la longitud total de las larvas nauplii (Figura 16 A) y la longitud del prosoma de los copépodos calanoideos (Figura 16 B) y ciclopoideos (Figura 16 C), tanto adultos como copepoditos, en cada estación. Dado que los datos no siguen una distribución normal, se utilizó la mediana y el rango intercuartílico (RIC) para analizar las tallas. Las larvas nauplii presentaron las menores tallas en la estación 18, con una mediana de 167,59 μm (RIC: 185,36 - 150,68 μm), y las mayores en la estación 24, con una mediana de 220,03 μm (RIC: 247,34 - 190,63 μm). Los copépodos calanoideos alcanzaron sus menores longitudes en la estación 33, con una mediana de 537,68 μm (RIC: 564,83 - 481,42 μm), y las mayores en la estación 18, con una mediana de 791,18 μm (RIC: 886,15 - 727 μm). Similarmente, los copépodos ciclopoideos también presentaron sus menores tallas en la estación 33, con una mediana de 395,47 μm (RIC: 521,94 - 362,37 μm), y las mayores en la estación 18, con una mediana de 710,18 μm (RIC: 818,06 - 524,07 μm).

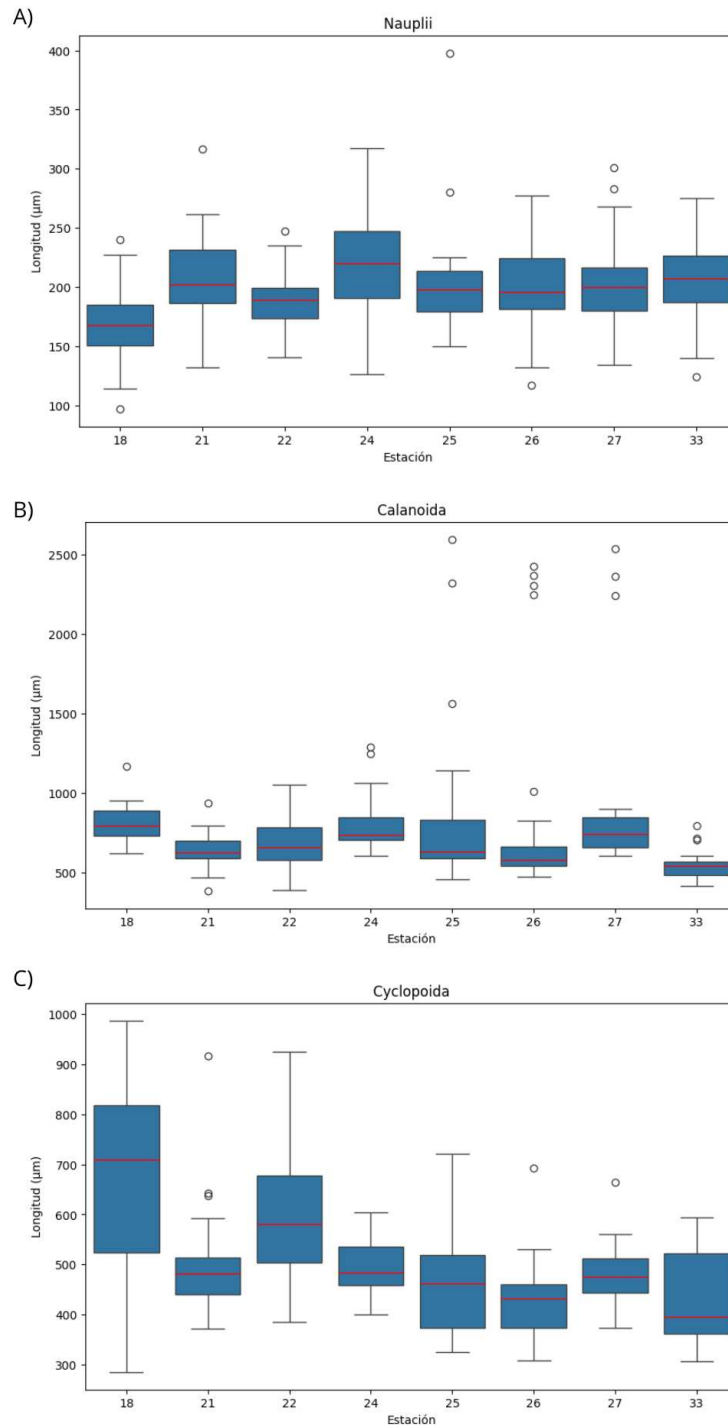


Figura 16: Diagramas de cajas (boxplots) que muestran la distribución de longitudes totales de las larvas nauplii (A) y longitudes del prosoma de los copépodos (copepoditos y adultos) de calanoideos (B) y de ciclopoideos (C) en cada una de las ocho estaciones de muestreo de la campaña. La línea roja central representa la mediana, las cajas delimitan el rango intercuartil y los círculos indican valores atípicos.

Tanto para las larvas nauplii, como para los copépodos calanoideos y ciclopoideos, se encontraron diferencias significativas en sus tallas entre las distintas estaciones (Kruskal-Wallis, p-valor: 0,008). Asimismo, la prueba de contrastes post-hoc de Dunn con

corrección de Bonferroni indicó que existen diferencias significativas entre las tallas de las nauplii de la estación 18 y las estaciones 21, 24, 26, 27 y 33 (Tabla 6). Para el resto de las estaciones no se encontraron diferencias significativas. En el caso de los calanoideos, se encontraron diferencias significativas entre la estación 18 con las estaciones 21, 22, 25, 26 y 33; entre la estación 24 con las estaciones 21, 26 y 33; entre la estación 33 con las estaciones 22 y 25 y entre las estaciones 26 y 27. Para las tallas de los copépodos ciclopoideos se encontraron diferencias significativas entre la estación 18 con las estaciones 21, 25, 26, 27 y 33 y entre la estación 22 con las estaciones 21, 25, 26, 27 y 33.

Tabla 6: Estadístico Z y p-valor de las pruebas post-hoc de Dunn para las comparaciones de tallas de las larvas nauplii, los copépodos calanoideos (copepoditos y adultos) y los copépodos ciclopoideos (copepoditos y adultos) entre las diferentes estaciones. Se resaltan en **negrita** los p-valor < 0,05 que indican diferencias significativas.

Contraste	Nauplii		Calanoida		Cyclopoida	
	Z	p-valor	Z	p-valor	Z	p-valor
E 18 - E 21	-1,0017	0,0044	1,1936	0,0003	0,9462	0,0099
E 18 - E 22	-0,5125	1,0000	0,9344	0,0174	0,1173	1,0000
E 18 - E 24	-1,2858	0,00003	0,2253	1,0000	0,8218	0,0541
E 18 - E 25	-0,7275	0,1701	0,8735	0,0385	1,2387	0,00008
E 18 - E 26	-0,8479	0,0386	1,2897	0,00007	1,6443	1,5384e-08
E 18 - E 27	-0,8765	0,0264	0,3569	1,0000	0,9753	0,0065
E 18 - E 33	-1,0014	0,0044	1,9826	1,0634e-11	1,5758	7,7021e-08
E 21 - E 22	0,4891	1,0000	-0,2528	1,0000	-0,8289	0,0493
E 21 - E 24	-0,2841	1,0000	-0,9442	0,0097	-0,1244	1,0000
E 21 - E 25	0,2745	1,0000	-0,3122	1,0000	0,2925	1,0000
E 21 - E 26	0,1538	1,0000	0,0936	1,0000	0,6981	0,2363
E 21 - E 27	0,1252	1,0000	-0,8159	0,0558	0,0291	1,0000
E 21 - E 33	0,0003	1,0000	0,7693	0,0997	0,6296	0,4907
E 22 - E 24	-0,7732	0,0988	-0,6914	0,2464	0,7045	0,2199
E 22 - E 25	-0,2146	1,0000	-0,0594	1,0000	1,1214	0,0007
E 22 - E 26	-0,3354	1,0000	0,3465	1,0000	1,5270	2,3312e-07
E 22 - E 27	-0,3639	1,0000	-0,5630	0,9210	0,8579	0,0338
E 22 - E 33	-0,4889	1,0000	1,0221	0,0030	1,4585	1,0439e-06
E 24 - E 25	0,5586	0,9814	0,6320	0,4656	0,4169	1,0000
E 24 - E 26	0,4379	1,0000	1,0379	0,0024	0,8225	0,0535
E 24 - E 27	0,4093	1,0000	0,1284	1,0000	0,1535	1,0000
E 24 - E 33	0,2844	1,0000	1,7135	2,3630e-09	0,7540	0,1243
E 25 - E 26	-0,1207	1,0000	0,4058	1,0000	0,4056	1,0000
E 25 - E 27	-0,1493	1,0000	-0,5037	1,0000	-0,2634	1,0000
E 25 - E 33	-0,2743	1,0000	1,0815	0,0012	0,3371	1,0000
E 26 - E 27	-0,0286	1,0000	-0,9095	0,0159	-0,6690	0,3246
E 26 - E 33	-0,1535	1,0000	0,6757	0,2930	-0,0685	1,0000
E 27 - E 33	-0,1249	1,0000	1,5851	1,0000	0,6005	0,6569

5. Discusión y conclusiones

En este estudio se observaron diferencias en la abundancia, composición y estructura de tamaños del zooplancton entre las estaciones de muestreo. Por lo tanto, se cumplió la hipótesis general propuesta. Estas variaciones espaciales estuvieron asociadas a las características físicas y químicas de la columna de agua, especialmente la temperatura y la profundidad, las cuales influyeron en la distribución y estructura de la comunidad zooplanctónica de pequeño tamaño durante el otoño.

Se observó un claro patrón en la distribución de abundancias, con mayores valores en las estaciones más costeras (E33, E26, E25, E22) ubicadas a profundidades menores a 70 m mientras que en las estaciones más alejadas de la costa (E18, E21, E24, E27), ubicadas por fuera de la isobata de 70 m, las abundancias fueron menores. De manera consistente con este patrón, el índice de correlación de Spearman indicó que la abundancia total de organismos fue más alta en condiciones de mayor temperatura y menor profundidad. Las estaciones donde se registraron densidades más altas presentaron también temperaturas más elevadas (8,4-9,1°C) y profundidades menores (38-51 m) en comparación con el resto. Este patrón de mayores densidades en estaciones cercanas a la costa podría explicarse por la presencia de un frente costero generado por el ingreso de aguas de baja salinidad provenientes del Estrecho de Magallanes, que da origen a la denominada pluma magallánica que se extiende a lo largo de la costa de Tierra del Fuego (Saraceno et al., 2021).

En otoño, la abundancia de copépodos y sus larvas nauplii conformaron el 98,9% del total de la abundancia. Tanto las larvas nauplii, los copepoditos y los copépodos de pequeño tamaño son capaces de alimentarse de partículas más pequeñas que aquellas utilizadas por organismos de mayor tamaño (Hopcroft et al., 2001). Las altas densidades poblacionales que alcanzan los copépodos de pequeño tamaño, junto con sus estadios larvales y juveniles en estos ambientes costeros, sugieren la predominancia de alimento de pequeño tamaño en esta época del año. Antacli et al. (2014), en un trabajo que abarca el área de estudio durante el verano tardío, encontraron que la abundancia del fito y el protozooplancton de pequeño tamaño (2 - 10 μm) fue alta, mientras que la abundancia de células de mayor tamaño (>10 μm) fue baja, lo cual relacionaron con una baja disponibilidad de alimento para copépodos de mayor tamaño. En línea con estos resultados, Valencia-Carrasco et al. (2023) reportaron que durante el otoño en el Canal Beagle, otra región austral costera, la biomasa de picoplancton autótrofo alcanzó un máximo; en estas condiciones, la biomasa total de fitoplancton fue baja, por lo que el mesozooplancton se alimentó de presas más abundantes pero de menor valor nutricional, como el picoplancton autótrofo y heterótrofo. En el presente estudio, la alta abundancia de larvas nauplii en esta época del año podría estar relacionada con un evento reproductivo de los copépodos en respuesta a un pico de producción primaria. Es sabido que cuando existe una mayor disponibilidad de alimento, la producción de huevos de copépodos también aumenta (Guisande et al., 2000). Imágenes satelitales del color del océano tomadas durante los tres meses previos a esta campaña mostraron que la concentración de clorofila alcanzó un máximo de 2,54 mg/m^3 en febrero, concentrándose principalmente cerca de la costa, seguido de una abrupta disminución a 1,06 mg/m^3 en marzo (Álvarez et al., 2025). Este pico máximo de febrero podría haber favorecido la fase de reproducción de los copépodos y, en consecuencia, el aumento de las larvas nauplii registradas en marzo. En el área de estudio durante el verano tardío se

registró la presencia de hembras adultas en desove y de copepoditos I y II, lo que sugiere que había ocurrido al menos un evento reproductivo previo (Antacli et al., 2014). Asimismo, la disminución de concentración de clorofila de febrero a marzo, podría reflejar el consumo del fitoplancton por parte del zooplancton herbívoro, sobre todo de los copépodos calanoideos y sus estadios ontogenéticos tempranos, de pequeño tamaño, que representaron el grupo dominante en este estudio.

Se identificaron 12 especies de copépodos, algunas de pequeño tamaño. Las especies encontradas con mayor frecuencia durante este trabajo incluyen los calanoideos *Drepanopus forcipatus* y *Calanus australis*, los ciclopoideos *Oithona nana* y *Oithona atlantica* y el harpacticoideo *Microsetella norvegica*. En la plataforma continental argentina, entre los 47°S y 55°S, Cepeda et al. (2018) registraron la presencia de un total de 24 especies de copépodos. Los géneros *Sapphirina* y *Copilia*, previamente reportados en latitudes más bajas de la plataforma, no habían sido registrados en este sector más austral lo cual representa un hallazgo junto con la presencia de *Oithona oculata*, revelando así la importancia de este estudio en la caracterización de la comunidad zooplanctónica de pequeño tamaño.

Se ha demostrado que los copépodos forman parte de la dieta de diversos organismos, incluyendo larvas y juveniles de peces óseos como *Sprattus fuegensis* (Padovani et al., 2012) y *Engraulis anchoita* (Padovani et al., 2011), así como de otros organismos zooplanctónicos de mayor tamaño, como sifonóforos (Purcell, 1981), quetognatos (Pearre, 1980b), eufáusidos (Stuart y Huggett, 1992) y anfípodos (Padovani et al., 2015). Durante la misma campaña, se registró la presencia de estos últimos depredadores zooplanctónicos y de larvas de *S. fuegensis* (Álvarez, 2022; Lovrich y Diez, 2014).

El tamaño de la presa seleccionada por los depredadores puede alcanzar una proporción de hasta 100:1 en relación depredador/presa (Fuchs y Franks, 2010). En este estudio, se encontraron altas densidades de larvas nauplii y copépodos con tamaños que oscilan entre aproximadamente 100 y 2500 μm , lo que representa una abundante fuente de alimento de diversos tamaños que puede ser utilizada por los distintos depredadores presentes en el área. De esta manera, este estudio permite reforzar el rol central de los copépodos en la red trófica regional.

La estación 18 mostró diferencias significativas con varias estaciones tanto para las tallas de las nauplii como para los copépodos calanoideos y ciclopoideos, siendo las nauplii de dicha estación más pequeñas y los copépodos (adultos y copepoditos) más grandes en comparación al resto. La estación 18 es la más austral del área de estudio y, por lo tanto, la más cercana al ingreso de aguas provenientes de la Corriente de Cabo de Hornos y la Corriente Circumpolar Antártica. La influencia de estas aguas más frías y ricas en nutrientes podría estar relacionada con las diferencias observadas en los tamaños de los copépodos. Además, en esta estación se registró la temperatura más baja del área (7,6 °C). La duración del ciclo de vida del plancton se ve influenciada por la temperatura, prolongándose en ambientes más fríos (Varpe, 2012). Por lo tanto, al tratarse de la estación más fría, es posible que el ciclo de vida de los organismos allí sea más extenso, lo que permitiría a los copépodos, tanto calanoideos como ciclopoideos, alcanzar mayores tamaños en sus estadios juveniles y adultos.

Se compararon los resultados del presente trabajo respecto a la abundancia y composición de la comunidad zooplanctónica con aquellos obtenidos por Álvarez (2022) con una red de

300 μm . En todas las estaciones, las densidades de las muestras recolectadas con la red Mini Bongo (este estudio) fueron al menos dos veces más altas que aquellas recolectadas con la red Bongo (Figura 17). La red Mini Bongo capturó densidades de hasta 12554,8 ind/m^3 , mientras que el máximo alcanzado por la red Bongo fue de 1730,1 ind/m^3 .

Estudios previos sobre la eficiencia del poro de la red para la recolección del zooplancton han mostrado que redes de 200 μm suelen recolectar menos del 10% de la comunidad mesozooplancónica en términos de abundancia (Gallienne y Robins, 2001), lo que concuerda con este estudio.

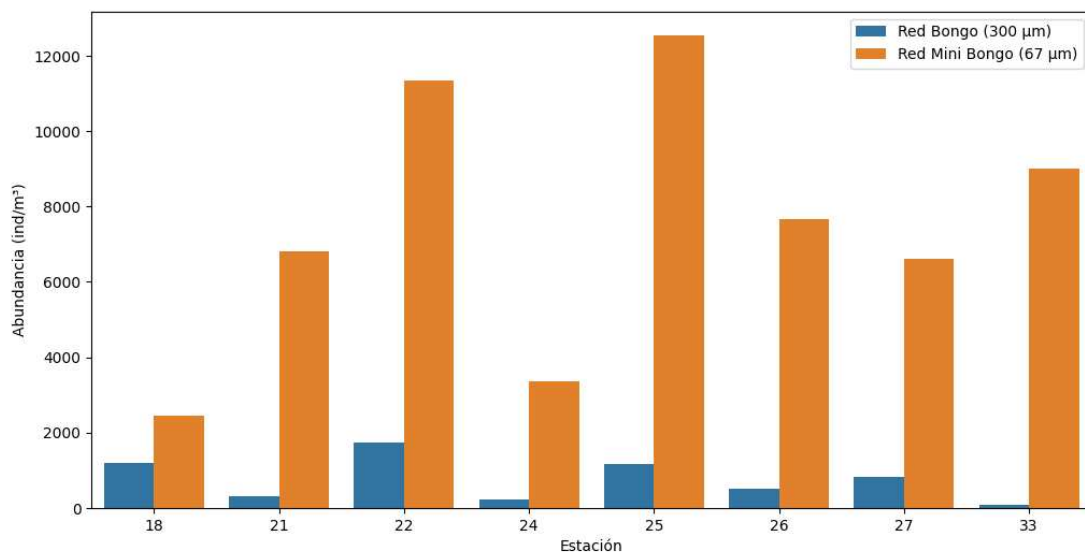


Figura 17: Abundancia total de individuos capturados con la red Bongo de abertura de malla de 300 μm (Alvarez, 2022) y la red Mini Bongo de abertura de malla de 67 μm (este estudio) en cada una de las ocho estaciones de muestreo de la campaña "Tierra del Fuego - Banco Burdwood" durante el otoño en las costas fueguinas.

En ambos trabajos el grupo más abundante y representativo fueron los copépodos. Sin embargo, en las muestras recolectadas con la red de 300 μm no se registraron larvas nauplii, las cuales en este trabajo conformaron más del 50% del total de los organismos recolectados. Otros estudios han demostrado que las redes de 67 μm son más eficientes que las de 150 μm (o mayores tamaños) en la recolección de especies de menor tamaño y etapas ontogenéticas tempranas de los copépodos (Antaclì et al., 2010; Di Mauro et al., 2009) lo cual concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo. Las larvas nauplii y los foraminíferos se encontraron únicamente en las muestras de la red de 67 μm . Adicionalmente, la red de mayor abertura de poro reveló la presencia de otros grupos no detectados en las muestras analizadas en este trabajo, incluyendo ostrácodos, decápodos, isópodos, cumáceos, gasterópodos, ascidias, picnogónidos, branquiópodos, cefalópodos y peces óseos.

De los 10 grupos identificados en las muestras analizadas durante este trabajo, nueve también estuvieron presentes en las muestras recolectadas con la red Bongo de 300 μm . Se compararon las abundancias de estos nueve grupos entre ambas redes en cada estación de muestreo (Figura 18). En todas las estaciones, las abundancias de los copépodos fueron

mayores en las muestras analizadas en este trabajo, alcanzando valores de hasta 5438 ind/m³ mientras que la abundancia de copépodos recolectados con la red de 300 µm no superó los 1725.2 ind/m³. Algo similar ocurrió con las apendicularias, cuyas abundancias fueron mayores para la red de 67 µm. Estudios en otras áreas han destacado que estos tunicados pelágicos suelen ser subestimados cuando se emplean redes de 200 µm (Jaspers et al., 2009; Viñas et al., 2013; Di Mauro et al., 2009). En el caso de los eufáusidos, en la mayoría de las estaciones se capturaron mayores abundancias con la red Mini Bongo. Sin embargo, su abundancia relativa con respecto al total fue mayor en las muestras recolectadas por la red de mayor tamaño, donde conformaron el tercer grupo más abundante. Las abundancias de los poliquetos también fueron mayores en este estudio aunque fueron registrados en una menor cantidad de estaciones que las reportadas por Álvarez (2022). Anfípodos, quetognatos, cnidarios, misidáceos y ofiuros también fueron registrados en menos estaciones con la red Mini Bongo en comparación con la red Bongo.

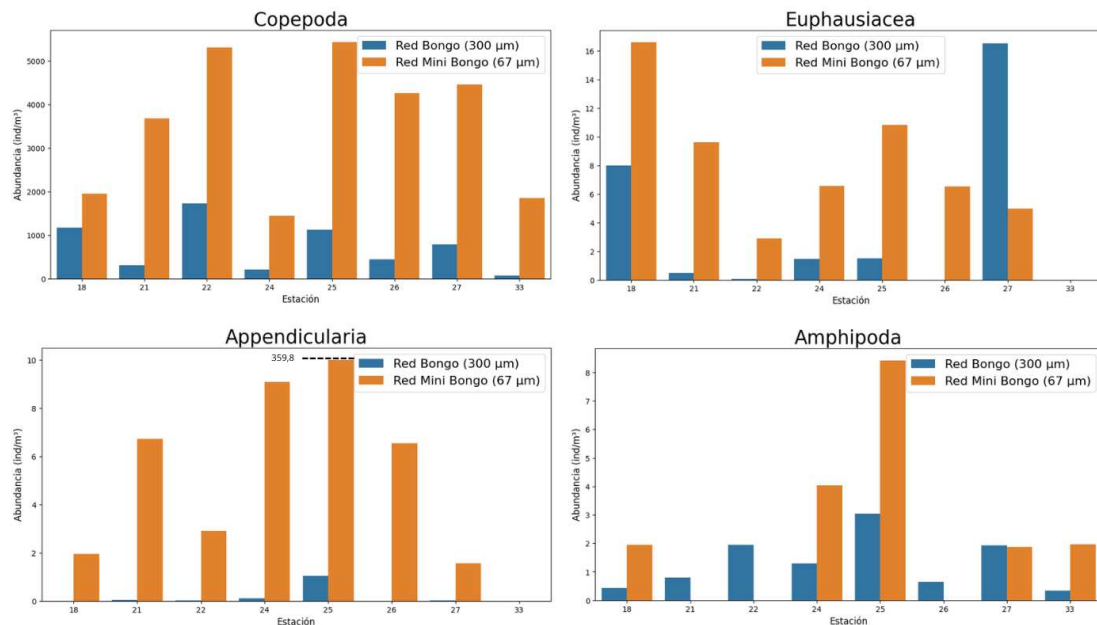


Figura 18: Abundancia de cada taxón capturados con la red Bongo de abertura de malla de 300 µm (Álvarez, 2022) y la red Mini Bongo de abertura de malla de 67 µm (este estudio) en cada una de las ocho estaciones de muestreo.

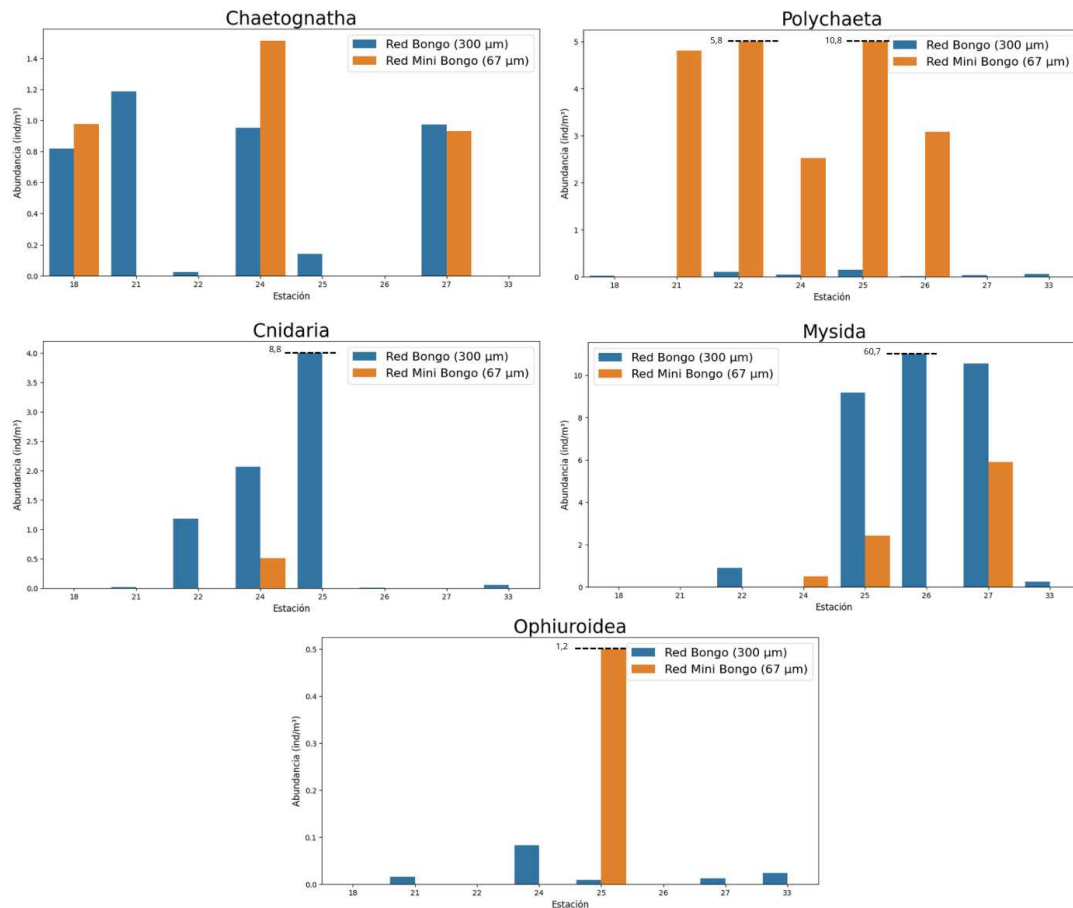


Figura 18. Continuación: Abundancia de cada taxón capturados con la red Bongo de abertura de malla de 300 µm (Alvarez, 2022) y la red Mini Bongo de abertura de malla de 67 µm (este estudio) en cada una de las ocho estaciones de muestreo.

En este estudio se identificaron 12 especies (*C. australis*, *C. similimus*, *C. brachiatus*, *C. brevipes*, *D. forcipatus*, *P. parvus*, *M. lucens*, *O. atlantica*, *O. nana*, *O. oculata*, *S. opalina* y *M. norvegica*), seis de las cuales (*C. australis*, *C. similimus*, *C. brevipes*, *C. brachiatus*, *D. forcipatus* y *O. atlantica*) fueron encontradas también en las muestras recolectadas con la red Bongo (Alvarez, 2022) (Tabla 7). *Drepanopus forcipatus* y *C. australis* fueron las especies que estuvieron presentes en todas las estaciones analizadas en ambos trabajos. Sin embargo, la composición específica de la comunidad de copépodos fue distinta según la red empleada. *Paracalanus parvus*, *M. lucens*, *O. nana*, *O. oculata*, *S. opalina*, *M. norvegica* y ejemplares de los géneros *Sapphirina* y *Copilia* estuvieron presentes únicamente en las muestras recolectadas con la red Mini Bongo mientras que *R. nasutus*, *C. vanus*, ejemplares del género *Candacia* y de los órdenes Siphonostomatoida y Monstrilloida fueron registrados únicamente con la red Bongo. Similarmente, Di Mauro et al. (2009) reportaron que en la costa de Buenos Aires la especie *O. nana* fue altamente subestimada en las muestras recolectadas con redes de 220 µm y que *M. norvegica* únicamente se registró en muestras tomadas con la red de 67 µm.

Tabla 7: Especies de copépodos identificadas en las muestras recolectadas con la red Bongo de abertura de malla de 300 μm (Álvarez, 2022) y la red Mini Bongo de abertura de malla de 67 μm (este estudio) en cada una de las ocho estaciones de muestreo de la campaña "Tierra del Fuego - Banco Burdwood". Los círculos marcan los taxones encontrados en las muestras de la red Mini Bongo y los rombos aquellos de la red Bongo. En verde se marcan los taxones encontrados en ambas redes y en rojo aquellos encontrados en una sola.

Taxón	Red Mini Bongo (67 μm)								Red Bongo (300 μm)								
	Estación	18	21	22	24	25	26	27	33	18	21	22	24	25	26	27	33
Calanoida																	
<i>Calanus australis</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
<i>Calanus simillimus</i>				●								◆				◆	
<i>Centropages brachiatus</i>				●				●								◆	
<i>Clausocalanus brevipes</i>					●					◆	◆	◆		◆	◆	◆	
<i>Drepanopus forcipatus</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
<i>Metridia lucens</i>		●															
<i>Paracalanus parvus</i>		●					●										
<i>Ctenocalanus vanus</i>															◆		
<i>Rhincalanus nasutus</i>										◆	◆					◆	
<i>Candacia sp.</i>																◆	
Cyclopoida																	
<i>Oithona atlantica</i>	●	●		●		●	●			◆	◆	◆				◆	
<i>Oithona nana</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●								
<i>Oithona oculata</i>				●													
<i>Sapphirina opalina</i>								●									
<i>Sapphirina sp.</i>				●													
<i>Copilia sp.</i>			●														
Harpacticoida																	
<i>Microsetella norvegica</i>		●	●	●	●	●	●										
Monstrilloida											◆						
Siphonostomatoida																	◆

Los resultados de este estudio destacan la importancia de utilizar redes con diferente abertura de malla para la caracterización del zooplancton marino. En particular, el uso de redes de 67 μm permite una estimación más precisa de las abundancias de estadios larvales y juveniles de copépodos, así como la detección de adultos de especies pequeñas y otros organismos zooplanctónicos de menor tamaño, que pueden ser subestimados o directamente no recolectados con redes de mayor abertura de malla. Mientras que las redes de malla gruesa (como las de 300 μm) pueden proporcionar información sobre el zooplancton de mayor tamaño y su rol en la trama trófica, las redes de malla fina son esenciales para evaluar la contribución de los organismos más pequeños, cuya importancia ecológica ha sido ampliamente reconocida. Por lo tanto, para lograr una descripción completa e integral de la comunidad zooplanctónica marina resulta fundamental la combinación de redes con distintos tamaños de malla. La integración de los resultados obtenidos en este trabajo, con aquellos obtenidos por Álvarez (2022) permitió llegar a una

descripción más detallada de la comunidad zooplanctónica del extremo sur del ecosistema costero de la Plataforma Patagónica Austral en otoño concluyendo que los copépodos son el grupo dominante en el área, con la presencia de especies tanto de pequeño tamaño, como *Oithona* spp., como de gran tamaño, como *Rhincalanus* spp., lo cual sugiere que existe una gran disponibilidad de alimento que permite sustentar a la comunidad zooplanctónica del área y a sus depredadores.

6. Bibliografía

- Acha E. M., Mianzan H. W., Guerrero R. A., Favero M., Bava J. (2004). Marine fronts at the continental shelves of austral South America: Physical and ecological processes. *Journal of Marine Systems*, 44: 83-105.
- Alvarez, A. N. (2022). Caracterización del zooplancton costero de Tierra del Fuego (Patagonia Austral) durante la época otoñal (Tesis de licenciatura). Universidad de Buenos Aires, pp: 15 - 20
- Álvarez, A. N., Carbajal, J. C., Chazarreta, C. J., Martín, J., Capitanio, F. L. (2025). Zooplankton community in coastal waters of the southern patagonian shelf during early autumn: Diversity and distribution pattern linked to regional water circulation. *Regional Studies in Marine Science*, 81, 103973. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103973>
- Antacli, J. C., Hernández, D., Sabatini, M. E. (2010). Estimating copepods' abundance with paired nets: Implications of mesh size for population studies. *Journal of Sea Research*, 1 131, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2017.10.007>
- Antacli, J. C., Sabatini, M. E., Silva, R. I., Hernández, D. R., Jaureguizar, A. J., Akselman, R. (2014). Feeding and reproductive activity of the copepods *Drepanopus forcipatus* and *Calanus australis* during late summer on the Southern Patagonian shelf (Argentina, 47°-55°S). *Brazilian Journal of Oceanography*, 62(4), 295-314. <https://doi.org/10.1590/S1679-87592014073406204>
- Azam F., Fenchel T., Field J. G., Gray J. S., Meyer-Reil L. A., Thingsta, F. (1983). The ecological role of water-column microbes in the sea. *Marine Ecology Progress Series*, 10: 257-262.
- Baumgartner M. F., Tarrant A. M. (2017). The physiology and ecology of diapause in marine copepods. *Annual Review of Marine Science*, 9, 387-411. 1. <https://doi:10.1146/annurev-marine-010816-060505>
- Boltovskoy, D. (Ed.). (1999). *South Atlantic zooplankton* (Vol. 1). Backhuys Publishers.
- Boxshall G.A., Halsey S.H. (2004). *An Introduction to Copepod Diversity. Part I and II.* The Ray Society: 966 pp
- Brun A. A., Ramirez N., Pizarro O., Piola A. R. (2020). The role of the Magellan Strait on the southwest South Atlantic shelf. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 237 106661. <doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106661>
- Castro, P., Huber M. E. (2016). *Marine Biology* (10th ed.). McGraw Hill Education, pp: 338, 354.
- Cepeda G., Temperoni B., Sabatini M. E., Viñas M. D., Derisio C., Santos B., Antacli J. C., Padovani L. (2018). Zooplankton communities of the Argentine continental shelf (SW Atlantic, ca. 34°–55°S). An overview. Hoffmeyer M. S., Sabatini M. E., Brandini F., Calliari D., Santinelli N. (Eds.). *Plankton Ecology of the Southwestern Atlantic. From the Subtropical to the Subantarctic Realm.* Springer, pp. 171–199.

- Cushing, D. H. (1990). Plankton Production and Year-class Strength in Fish Populations: an Update of the Match/Mismatch Hypothesis. *Advances in Marine Biology*, 26, 249-293. [https://doi.org/10.1016/S0065-2881\(08\)60202-3](https://doi.org/10.1016/S0065-2881(08)60202-3)
- Di Mauro, R., Capitanio, F., Viñas, M. D. (2009). Capture efficiency for small dominant mesozooplankters (Copepoda, Appendicularia) off Buenos Aires Province (34°S-41°S), Argentine Sea, using two plankton mesh sizes. *Brazilian Journal of Oceanography*, 57(3), 205-214.
- Drinkwater K. F., Beaugrand G., Kaeriyama M., Kim S., Ottersen G., Perry R. I., Pörtner H.-O., Polovina J. J., Takasuka A. (2010). On the processes linking climate to ecosystem changes. *Journal of Marine Systems*, 79: 374–388.
- Emmerson, M. C., Raffaelli, D. (2004). Predator–prey body size, interaction strength and the stability of a real food web. *Journal of Animal Ecology*, 73(3), 399-409. <https://doi.org/10.1111/j.0021-8790.2004.00818.x>
- Falabella V., Campagna C., Croxall J. (2009). Atlas del mar patagónico: especies y espacios. Wildlife Conservation Society Argentina. WCS, Cambridge, Birdlife International.
- Fuchs, H. L., Franks, P. J. S. (2010). Plankton community properties determined by nutrients and size-selective feeding. *Marine Ecology Progress Series*, 413, 1–15. <https://doi.org/10.3354/meps08716>
- Gallienne, C.P., Robins, D.B. (2001). Is *Oithona* the most important copepod in the world's oceans? *Journal of Plankton Research*, 23(12), 1421–1432. <https://doi.org/10.1093/plankt/23.12.1421>
- Garzón-Cardona, J. E., Martínez, A. M., Koch, B. P., Krock, B., Palma, E. D., Kong, X., Lara, R. J. (2024). Sources and distribution of dissolved organic matter and inorganic nitrogen in waters of the southern Patagonian shelf and northern Drake Passage (51-56°S, 64-69°W). *Journal of Marine Systems*, 241, 103893. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2023.103893>
- Glorioso, P.D. (2000). Patagonian Shelf 3-D tide and surge model. *Journal of Marine Systems*, 24, 141–151.
- Glorioso, P.D. y Flather, R.A. (1995). A barotropic model of the currents off SE South America. *Journal of Geophysical Research*, 100, 13427–13440.
- Grossmann, M. M., Lindsay, D. J. (2014). Estimation of calanoid copepod prosome length from pixel-based measurements derived from the ZooScan and ZooProcess systems. *Bulletin of the Plankton Society of Japan*, 61(1), 91-94.
- Guisande, C., Riveiro, I., Maneiro, I. (2000). Comparisons among the amino acid composition of females, eggs and food to determine the relative importance of food quantity and food quality to copepod reproduction. *Marine Ecology Progress Series*, 202, 135–142.
- Hopcroft R. R, Roff J. C., Chavez F.P. (2001). Size paradigms in copepod communities: a re-examination. *Hydrobiologia*. 453: 133-141
- Jaspers, C., Nielsen, T. G., Carstensen, J., Hopcroft, R. R., Møller, E. F. (2009). Metazooplankton distribution across the Southern Indian Ocean with emphasis on the role of Larvaceans. 1 *Journal of Plankton Research*, 31(5), 525-540. <https://doi.org/10.1093/plankt/fbp002>
- Landry, M. R. (2002). Integrating classical and microbial food web concepts: evolving views from the open-ocean tropical Pacific. En C. E. Lee, S. Strom, & J. Yen (Eds.), *Progress in Zooplankton Biology: Ecology, Systematics, and Behavior* (pp. 29-39). Kluwer Academic Publishers.

- Lovrich, G. A., Diez, M. J. (2014). Informe de campaña “Tierra del Fuego - Banco Burwood”.
- Martinetto P., Alemany D., Botto F., Mastrángelo M., Falabella, V., Acha E. M., Antón G., Bianchi A., Campagna C., Cañete G., Filippo P., Iribarne O., Laterra P., Martínez P., Negri R., Piola A. R., Romero S. I., Santos D., Saraceno M. (2019). Linking the scientific knowledge on marine frontal systems with ecosystem services. *Ambio*, 48(8), 1230-1222. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01222-w>
- Padovani, L. N., Viñas, M. D., Pájaro, M. (2011). Importance of the Río de la Plata estuarine front (southwestern Atlantic Ocean) in the feeding ecology of Argentine anchovy, *Engraulis anchoita* (Clupeiformes, Clupeidae). *Latin American Journal of Aquatic Research*, 39(2), 205–213. <https://doi.org/10.3856/vol39-issue2-fulltext-2>
- Padovani L., Viñas M., Sánchez F., Mianzan H. (2012). Amphipod-supported food web: *Themisto gaudichaudii*, a key food resource for fishes in the southern Patagonian Shelf. *Journal of Sea Research*, 67: 85–90.
- Padovani, L., Viñas, M. D., Sabatini, M., Álvarez Colombo, G., Mianzán, H. W. (2015). Aspectos poblacionales de *Themisto gaudichaudii*, una especie clave en la trama trófica de la Plataforma Patagónica Austral. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 26, 69-88.
- Pearre, S., Jr. (1980a). The copepod width-weight relation and its utility in food chain research. *Canadian Journal of Zoology* 58: 1884-1891.
- Pearre, S. Jr., (1980b). Feeding by Chaetognatha: The Relation of Prey Size to Predator Size in Several Species. *Marine Ecology - Progress Series*, 3, 125-134.
- Piola, A. R., Rivas, A. L. (1997). Corrientes en la plataforma continental. *El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros*, 1, 119-132.
- Purcell, J. E. (1981). Dietary Composition and Diel Feeding Patterns of Epipelagic Siphonophores. *Marine Biology*, 65(1), 83-90.
- Redden, A. M., Kobayashi, T., Suthers, I., Bowling, L., Rissik, D., Newton, G. (2009). Plankton processes and the environment. En Suthers, I. M., Rissik, D. (Eds.), *Plankton: A guide to their ecology and monitoring for water quality* (pp. 15-38). CSIRO Publishing.
- Sabatini M. (2008). El ecosistema de la plataforma patagónica austral, marzo-abril 2000. Composición, abundancia y distribución del zooplancton. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, Nº 19: 5-21.
- Sabatini M. E., Akselman R., Reta R., Negri R. M., Lutz V. A., Silva R. I., Segura V., Gil M. N., Santinelli N. H., Sastre A. V., Daponte M. C., Antacli J. C. (2012). Spring plankton communities in the southern Patagonian shelf: Hydrography, mesozooplankton patterns and trophic relationships. *Journal of Marine Systems*, 94: 33–51.
- Sabatini M. E., Giménez J., Rocco V. (2001). Características del zooplancton del área costera de la plataforma patagónica austral (Argentina). *Boletín del Instituto Español de Oceanografía*, 17(3,4): 245-254.
- Sabatini M. E., Reta R., Matano R. (2004). Circulation and zooplankton biomass distribution over the southern Patagonian shelf during late summer. *Continental Shelf Research*, 24: 1359–1373.
- Saraceno, M., Martín, J., Moreira, D., Pisoni, J.P., Tonini, M.H. (2021). Physical Changes in the Patagonian Shelf. In: Walter Helbling, E., Narvarte, M.A., Gonzalez, R.A., Villafañe, V.E. (Eds.), *Global Change in Atlantic Coastal Patagonian Ecosystems. Natural and Social Sciences of Patagonia*. Springer, Cham, pp. 43–71. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86676-1_3

- Steinberg, D. K., Landry, M. R. (2017). Zooplankton and the Ocean Carbon Cycle. *Annual Review of Marine Science*, 9, 413-444.
- Stuart, V., Huggett, J. A. (1992). Prey selection by *Euphausia lucens* (Hansen) and feeding behaviour in response to a mixed algal and animal diet. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 164, 117–133. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(92\)90286-3](https://doi.org/10.1016/0022-0981(92)90286-3)
- Soh H. Y. (2013). Invertebrate Fauna of Korea: Volume 21, Number 28. Arthropoda: Maxillopoda: Copepoda; Calanoida, Cyclopoida, Marine Planktonic Copepods II. En National Institute of Biological Resources. Ministry of Environment.
- Turner, J. T. (2004). The importance of small planktonic copepods and their roles in pelagic marine food webs. *Zoological Studies* 43 (2): 255-266.
- Valencia Carrasco, C., Boy, C. C., Malits, A., Martín, J., Capitanio, F. L. (2023). Spatial distribution of zooplankton in the Beagle Channel in relation to hydrographic and biological drivers in different seasons. *Journal of Marine Systems*, 240, 103880. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2023.103880>
- Varpe, Ø. (2012). Fitness and phenology: Annual routines and zooplankton adaptations to seasonal cycles. *Journal of Plankton Research*, 34(4), 267–276. <https://doi.org/10.1093/plankt/fbs010>
- Viñas, M. D., Negri, R. M., Cepeda, G. D., Hernández, D., Silva, R., Daponte, M. C., (2013). Seasonal succession of zooplankton in coastal waters of the Argentine Sea (Southwest Atlantic Ocean): prevalence of classical or microbial food webs. *Marine Biology Research*, 9(4): 371-382. <https://doi.org/10.1080/17451000.2012.745003>