



Copépodos, hidromedusas y sifonóforos: diversidad y distribución en el estrecho de Gerlache, Península Antártica

Copepods, hydromedusae and siphonophores: Diversity and distribution in the Gerlache Strait, Antarctic Peninsula.

Edgar Fernando Dorado-Roncancio^{1*} y Cristina Cedeño-Posso¹

0000-0002-0321-5416

1. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras- Invemar, Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC). Calle 25 No. 2 – 55 Playa Salguero, Santa Marta, Colombia. edgar.dorado@invemar.org.co, cristina.cedeno@invemar.org.co

2. Autor de correspondencia.

RESUMEN

El proyecto Biodiversidad y condiciones oceanográficas del estrecho de Gerlache "Biogerlache-Antártica", tiene como objetivo caracterizar la fauna antártica del estrecho, generando nuevos aportes a los inventarios biológicos de la Antártica, el presente trabajo se enfoca en la biodiversidad de la comunidad zooplanctónica, específicamente en copépodos, hidromedusas y sifonóforos recolectados durante la III Expedición de Colombia a la Antártica "Almirante Padilla" (2016-2017). El muestreo se realizó en siete estaciones oceanográficas ubicadas a lo largo del estrecho de Gerlache, con arrastres verticales entre la profundidad máxima de la estación y superficie. Se identificaron 4100 organismos pertenecientes a 38 especies del phylum Arthropoda (órdenes Calanoida y Cyclopoida) y 10 especies del phylum Cnidaria (subclases Hydroidolina y Trachylina). Las familias de copépodos con mayor riqueza de géneros son Aetideidae y Metridinidae, siendo *Metridia gerlachei*, *Chiridius polaris* y *Gaetanus tenuispinosus* especies frecuentes en más del 50 % de las estaciones. Las especies identificadas son comunes para la península Antártica (mares de Bellingshausen, Scotia y Weddell), se amplía el rango de distribución de cuatro copépodos para las aguas epipelágicas y mesopélagicas del estrecho de Gerlache. Otras especies frecuentes son las hidromedusas *Arctapodema* sp. y *Solmundella bitentaculata* y los sifonóforos *Dimophyes arctica* y *Diphyes antarctica*, estos últimos se recolectaron tanto en forma poligástrica como eudoxia, siendo esta última la forma dominante en todas las estaciones.

PALABRAS CLAVE: Océano Antártico, Zooplankton, Diversidad, *Metridia gerlachei*, *Dimophyes arctica*

ABSTRACT

Project Biodiversity and oceanographic conditions of the strait of Gerlache "Biogerlache-Antarctica", aims to carry out the characterization of the Antarctic fauna of the strait, generating new contributions to the biological inventories of Antarctica. Present work focuses on the biodiversity of the zooplanktonic community, specifically on copepods, hydromedusae and siphonophorae collected during the III Antarctic Expedition of Colombia "Admiral Padilla" (2016-2017). Sampling was carried out in seven oceanographic stations located along the Gerlache strait, with vertical trawls between the maximum depth of the station and the surface. 4100 organisms belonging to 38 species of the phylum Arthropoda (Orders Calanoid and Cyclopoid) and 10 species of the phylum Cnidaria (Subclasses Hydroidolina and Trachylina) were identified. Copepods families with the greatest richness of genera are Aetideidae and Metridinidae, with *Metridia gerlachei*, *Chiridius polaris* and *Gaetanus tenuispinosus* being frequent species in more than 50 % of the stations. Identified species are common to the Antarctic Peninsula (Bellingshausen Sea, Scotia Sea and the Weddell Sea), also the range of four copepods are extended for the epipelagic and mesopelagic waters of the Gerlache Strait. Other frequent species are the hydromedusae *Arctapodema* sp. and *Solmundella bitentaculata* and the siphonophores *Dimophyes arctica* and *Diphyes antarctica*, the latter being collected in both polygastric and eudoxic forms (the dominant form in all stations).

KEYWORDS: Antarctic Ocean, Zooplankton, Diversity, *Metridia gerlachei*, *Dimophyes arctica*

DOI: <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2021.50.SuplEsp.942>

Publicado por INVEMAR

Este es un manuscrito de acceso abierto bajo la licencia CC

Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual

Published by INVEMAR

This is an open Access article under the CC BY-NC-SA

INTRODUCCIÓN

Los estudios de ecología, distribución, composición y biodiversidad del mesozooplankton de la Antártica se han enfocado de forma intensiva en su mayoría a una sola especie, el krill *Euphausia superba*, mientras que otras especies han recibido una menor atención (Schnack-Schiel y Hagen, 1994), o se ha enfocado hacia determinados sectores, como la región oeste (los mares de Weddell y Ross), quedando un poco menos estudiada la región este. Sin embargo, el gran interés político y científico que se ha despertado en los últimos años, encaminado hacia la Antártica con cruceros de exploración y de línea base, ha convertido a la fauna antártica en una de las más estudiadas (Clarke, 2008). Las islas Shetland del Norte y la península Antártica han sido unas de las más estudiadas en los últimos años gracias a su fácil acceso y tránsito (Griffiths, 2010; Griffiths *et al.*, 2011), pero el pasaje entre dos islas de la península, las islas Anvers y Bravant, conocido como el estrecho de Gerlache, se encuentra en un estado de conocimiento escaso, enfocándose sobre todo en estudios sobre geología terrestre (Birkenmajer, 1995, 1999) y sobre biodiversidad bentónica y planctónica (Hopkins, 1985; Zmijewska y Yen, 1993; Hernández-León *et al.*, 1999, 2000, 2001; Rodríguez *et al.*, 2002a, 2002b; Giraldo *et al.*, 2019). En cuanto a la comunidad planctónica, los copépodos pelágicos que habitan aguas antárticas son los organismos zooplanctónicos más importantes junto con el krill y las salpas en términos de densidad y biomasa (Shreeve *et al.*, 2005, 2018; Atkinson *et al.*, 2012; Kouwenberg *et al.*, 2014; Corlins *et al.*, 2018), son además el taxa más diverso del zooplankton con cerca de 300 especies registradas (Razouls *et al.*, 2005-2020), mientras que para las hidromedusas son unas 71 especies y para los sifonóforos cerca de 30 especies registradas en aguas antárticas y subantárticas (Lindsay *et al.*, 2014). La distribución de estos tres grupos taxonómicos no es clara, sobre todo para los gelatinosos, debido al escaso conocimiento y a los métodos de recolección. Por lo tanto, todo esfuerzo de muestreo que se realice es información valiosa para aumentar el conocimiento sobre la fauna planctónica de los mares antárticos.

El presente estudio es parte del proyecto Biodiversidad y condiciones oceanográficas del estrecho de Gerlache “Biogerlache-Antártica” Fase I, del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – Invemar, con el objetivo de caracterizar la fauna antártica del estrecho. Es un proyecto que inició en el 2014, siendo participe de

INTRODUCTION

Studies based on the ecology, distribution, composition and biodiversity of Antarctic mesozooplankton have focused intensively on a single species, the krill *Euphausia superba*, while other species have received less attention (Schnack-Schiel and Hagen, 1994), or it has focused on certain sectors, such as the West region (the Weddell and Ross Seas), with the East area being a little less studied. However, the great political and scientific interest that has been aroused in recent years, directed towards Antarctica with exploration and baseline cruises, has made Antarctic fauna one of the most studied (Clarke, 2008). The North Shetland Islands and the Antarctic Peninsula have been some of the most studied in recent years thanks to their easy access and transit (Griffiths, 2010; Griffiths *et al.*, 2011), but the passage between two islands of the Peninsula, the Anvers and Bravant Islands, known as the Gerlache Strait, is in a state of scarce knowledge, focusing mainly on studies on terrestrial geology (Birkenmajer, 1995, 1999) and on benthic and planktonic biodiversity (Hopkins, 1985; Zmijewska and Yen, 1993; Hernández-León *et al.*, 1999; Hernández-León *et al.*, 2000; Hernández-León *et al.*, 2001, Rodríguez *et al.*, 2002 a; Rodríguez *et al.*, 2002 b; Giraldo *et al.*, 2019). Regarding the planktonic community, pelagic copepods that inhabit Antarctic waters are the most important zooplankton organisms along with krill and salps in terms of density and biomass (Shreeve *et al.*, 2005; Atkinson *et al.*, 2012; Kouwenberg *et al.*, 2014; Corlins *et al.*, 2018; Shreeve *et al.*, 2018), are also the most diverse taxa of zooplankton with about 300 registered species (Razouls *et al.*, 2005-2020), while for hydromedusae there are about 71 species and for siphonophores about 30 species recorded in Antarctic and Subantarctic waters (Lindsay *et al.*, 2014). The distribution of these three taxonomic groups is not clear, especially for the gelatinous ones, due to the limited taxonomic knowledge and the collection methods. Therefore, any sampling effort that is made is valuable information to increase knowledge about the planktonic fauna of the Antarctic seas.

This study is part of the project Biodiversity and oceanographic conditions of the Gerlache Strait “Biogerlache-Antarctica” Phase I, of the Institute for Marine and Coastal Research - Invemar; to characterize the Antarctic fauna of the strait. It is a project that began in 2014, being a participant in the I Scientific Expedition of Colombia to the Antarctic “Caldas Expedition” (2014-

la I Expedición Científica de Colombia a la Antártica “Expedición Caldas” (2014-2015) y en la III Expedición “Almirante Padilla” (2016-2017) y V Expedición “Almirante Campos” (2018-2019). Particularmente, este manuscrito está aportando información al objetivo general del proyecto, enfocándose en la biodiversidad de la comunidad zooplanctónica, específicamente en copépodos, hidromedusas y sifonóforos recolectados durante la III Expedición (2016 – 2017), planteando su patrón de distribución en el estrecho de Gerlache. Se presenta un inventario taxonómico de las especies depositadas en el Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC) del Invemar: 36 lotes en la colección de Cnidarios, del INV CNI4383 al INV CNI4399 y 8 lotes en la colección de Crustáceos, del INV CRU8995 al INV CRU9002.

ÁREA DE ESTUDIO

El estrecho de Gerlache es un canal de aproximadamente 200 km de longitud, ubicado en medio de la península Antártica y las islas Anvers y Bravant (Figura 1). El estrecho de Bismarck y el canal Schollaert lo conectan con el océano Pacífico sudeste y el canal Orleans y el pasaje Croker lo conectan con el estrecho de Bransfield (Dragani *et al.*, 2004). Tiene una profundidad entre 270 y 1200 m, con pendientes de 20°. El estrecho va aumentando su profundidad, en dirección suroeste-noreste, encontrando las mayores profundidades en el pasaje Croker (1200 m), pasaje a través del cual ingresan las aguas del estrecho de Bransfield, que son una mezcla y transición entre las aguas cálidas y menos salinas del mar de Bellingshausen y las frías y más salinas del mar de Weddell (Gordon y Nowlin, 1978; García *et al.*, 2002), esta dinámica se ve confirmada por las masas de agua locales que dominan el área, definidas como Aguas Transicionales con Influencia del Mar de Bellingshausen y las Aguas Transicionales con Influencia del Mar de Weddell, las cuales cambian dependiendo de la corriente, siendo la isoterma de 1,0 °C la principal forma de discriminar entre una masa y otra durante el verano austral (García *et al.*, 2002).

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección de muestras

Durante la III Expedición de Colombia a la Antártica “Almirante Padilla” a bordo de la embarcación “ARC 20 de Julio”, se realizó un muestreo de zooplancton en el verano austral 2016-2017, en siete estaciones

(2015) and continued to participate in the III Expedition “Admiral Padilla” (2016-2017) and V Expedition “Admiral Campos” (2018-2019). In particular, this manuscript is contributing information to the general objective of the project, focusing on the biodiversity of the zooplankton community, specifically on copepods, hydromedusae and siphonophores collected during the III Expedition (2016-2017) and proposes its distribution pattern in the Gerlache Strait. A taxonomic inventory of the species deposited in the Museum of Marine Natural History of Colombia (MHNMC) of Invemar is presented: 36 lots in the Cnidarians collection, from INV CNI4383 to INV CNI4399 and 8 lots in the Crustacean collection, from INV CRU8995 to INV CRU9002.

STUDY AREA

The Gerlache Strait is a channel of approximately 200 km in length, located in the middle of the Antarctic Peninsula and the Anvers and Bravant Islands (Figure 1). The Bismarck Strait and the Schollaert Canal connect it to the Southeast Pacific Ocean and the Orleans Canal and the Croker Passage connect it to the Bransfield Strait (Dragani *et al.*, 2004). It has a depth between 270 and 1200 m, with slopes of 20°. The strait is increasing its depth, in a southwest-northeast direction, finding the greatest depths in the Croker Passage (1200 m), a passage through which the waters of the Bransfield Strait enter, which are a mixture and transition between warm waters and less saline in the Bellingshausen Sea and the cooler and more saline waters of the Weddell Sea (Gordon and Nowlin, 1978; García *et al.*, 2002), this dynamic is confirmed by the local water masses that dominate the area, defined as Transitional Waters with Influence of the Bellingshausen Sea and Transitional Waters with Influence of the Weddell Sea, which change depending on the current, being the isotherm of 1.0 °C the main way to discriminate between one mass and another during the Austral summer (García *et al.*, 2002).

MATERIALS AND METHODS

Collection of samples

During the III Expedition of Colombia to the Antarctic “Admiral Padilla” aboard the vessel “ARC 20 de Julio”, a zooplankton sampling was carried out in the austral summer 2016-2017, in seven oceanographic stations located along the Strait of Gerlache (Figure

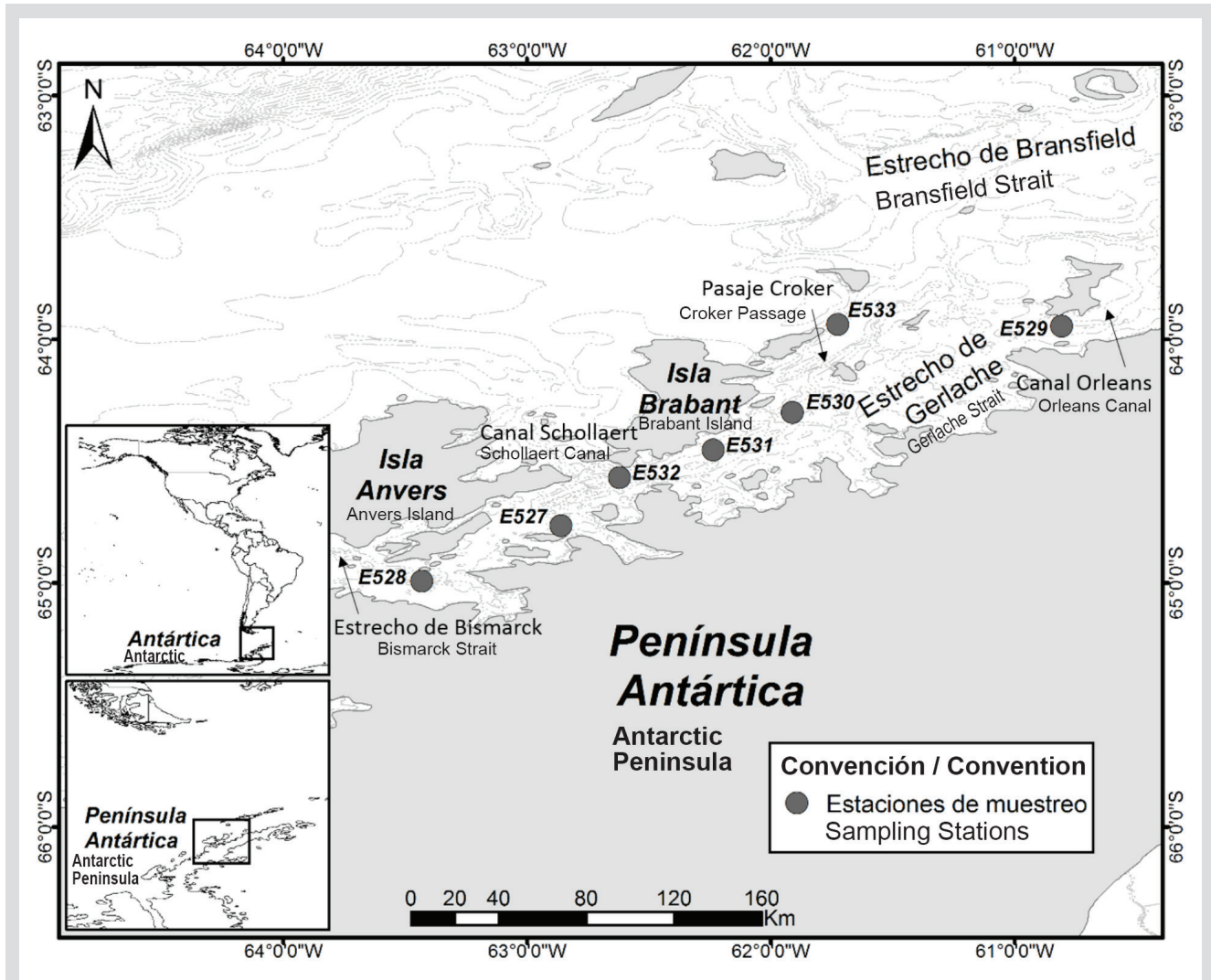


Figura 1. Estaciones de muestreo de zooplancton ubicadas en el estrecho de Gerlache (Antártica), Durante el verano austral 2016-2017 en la III Expedición de Colombia a la Antártica “Almirante Padilla”.

Figure 1. Zooplankton sampling stations located in the Gerlache Strait (Antarctica), during the austral summer 2016-2017 in the III Expedition of Colombia to the Antarctic “Admiral Padilla”.

oceanográficas ubicadas a lo largo del estrecho de Gerlache (Figura 1, Tabla 1). La numeración de las estaciones sigue el consecutivo institucional de proyectos del Invemar.

Las muestras de zooplancton fueron recolectadas mediante arrastres verticales desde la superficie (0 m) hasta fondo, alcanzando profundidades que oscilan entre 398 y 690 m (Tabla 1), utilizando un sistema de apertura-cierre marca General Oceanics, accionado mecánicamente con mensajeros; la red de plancton (200 µm de poro, diámetro de la boca 60 cm) estaba equipada con un medidor de flujo marca Hydrobios con la finalidad de conocer la cantidad de agua filtrada por la red y un sensor de registro de datos de presión y temperatura con el cual se conoció la profundidad exacta del arriado de la red. Las muestras recolectadas fueron

1, Table 1). The numbering of the stations follows the institutional sequence of Invemar projects.

The zooplankton samples were collected by vertical trawling from the surface (0 m) to the bottom, reaching depths ranging between 398 and 690 m (Table 1), using a General Oceanics brand opening-closing system, mechanically activated with messengers; the plankton network (200 µm pore, mouth diameter 60 cm) was equipped with a Hydrobios brand flow meter to know the amount of water filtered by the network and a pressure and temperature data recording sensor with which the exact depth of the lowering of the net was known. The collected samples were narcotized with 10 % magnesium chloride and fixed with a 4 % formalin solution, filtered seawater

narcotizadas con cloruro de magnesio al 10 % y fijadas con solución de formalina al 4 %, base agua de mar filtrada (0,45 μm) y neutralizadas con tetraborato de sodio para finalmente ser almacenadas en frascos de plástico de 500 ml.

Las muestras se trasladaron al Museo de Historia Natural Marina de Colombia, del Invemar, donde fueron analizadas e ingresadas a la colección de referencia de plancton. Los datos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la columna de agua de cada estación, se tomaron con un CTDO SeaBird, posteriormente se les determinó el promedio como medida de tendencia central y se les calculó el error estándar como medida de variabilidad (Tabla 1).

Tabla 1. Coordenadas de estaciones oceanográficas ubicadas a lo largo del estrecho de Gerlache. Prof. Arrastre: Profundidad máxima de arrastre durante el muestreo de plancton, (*) Estación con la máxima profundidad encontrada en el pasaje Croker. Valor promedio \pm error estándar.

Estaciones / Stations		Fecha / Date	Coordenadas / Coordinates		Prof. arrastre / Trawl Depth (m)	T ($^{\circ}\text{C}$)	Salinidad / Salinity	Oxígeno / Oxygen (mg/L)
Invemar	Dimar		Latitud / Latitude (S)	Longitud / Longitude (O)				
527	G16	1/14/2017	64°45'57.3"	62°51'36.3"	398	0.56 \pm 0.15	34.15 \pm 0.08	9.46 \pm 0.37
528	G18	1/15/2017	64°59'35.1"	63°25'51.0"	426	0.73 \pm 0.02	34.08 \pm 0.10	9.02 \pm 0.52
529	G01	1/17/2017	63°56'50.0"	60°48'21.9"	450	0.97 \pm 0.20	34.16 \pm 0.05	10.07 \pm 1.99
530	G06	1/21/2017	64°18'02.5"	61°54'39.4"	661	1.51 \pm 0.22	34.04 \pm 0.07	9.82 \pm 0.23
531	G10	1/21/2017	64°27'18.9"	62°14'08.5"	609	0.70 \pm 0.09	34.19 \pm 0.06	9.14 \pm 0.27
532	G12	1/22/2017	64°34'06.8"	62°37'15.7"	593	1.32 \pm 0.15	34.10 \pm 0.09	10.00 \pm 0.35
533*	G02	1/22/2017	63°56'24.1"	61°43'31.3"	690	1.70 \pm 0.43	34.15 \pm 0.08	10.34 \pm 0.36

Análisis de muestras recolectadas

En laboratorio, solo los copépodos, hidromedusas y sifonóforos fueron separados en cada muestra, contabilizados e identificados taxonómicamente hasta el nivel de especie o al nivel más bajo posible, si las características del ejemplar lo permitían. Con la ayuda de un estereomicroscopio Marca Leica M205A se separaron y disectaron los ejemplares y con la ayuda de un microscopio óptico marca Zeiss Primo Star se identificaron sus estructuras taxonómicas específicas, esta información se contrastó con literatura actual para confirmar las identidades taxonómicas de cada ejemplar, tanto para copépodos (Bjorberg, 1981; Nishida, 1985; Bradford-Grieve *et al.*, 1999; Boxshall y Halsey,

base (0.45 μm) and neutralized with sodium tetraborate to finally be stored in 500 ml plastic jars.

The samples were transferred to the Museum of Marine Natural History of Colombia, of Invemar, where they were analyzed and entered into the plankton reference collection. The data of temperature, salinity and dissolved oxygen in the water column of each station were taken with a SeaBird CTDO, later the average was determined as a measure of central tendency and the standard error was calculated as a measure of variability (Table 1).

Table 1. Coordinates of oceanographic stations located along the Gerlache Strait. Trawl Depth: Maximum depth of trawl during plankton sampling, (*) Station with the maximum depth found in the Croker passage. Average value \pm Standard error.

Analysis of collected samples

In the laboratory, only the copepods, hydromedusae and siphonophores were separated in each sample, counted and taxonomically identified down to the species level or the lowest possible level, if the characteristics of the specimen allowed it. With the help of a Leica M205A brand stereomicroscope, the specimens were separated and dissected, with the help of a Zeiss Primo Star brand optical microscope, their specific taxonomic structures were identified, this information was contrasted with current literature to confirm the taxonomic identities of each specimen, both for copepods (Bjorberg, 1981; Nishida, 1985; Bradford-Grieve *et al.*, 1999; Boxshall and

2004; Razouls *et al.*, 2005-2019), como para hidromedusas y sifonóforos (Totton, 1965; Pugh, 1999; Licandro *et al.*, 2017). Para la identificación de copépodos, se realizaron micro-disecciones de estructuras morfológicas tales como antenas, mandíbulas, maxilas, patas natatorias y segmentos genitales y se tuvo en cuenta para la determinación de las densidades que los ejemplares estuvieran completos, con todos sus segmentos y estructuras, así como también que no fueran ecdisis o exuvias y que estuvieran en una fase adulta o juvenil avanzada (Gaviria y Aranguren, 2003). Particularmente para los sifonóforos las densidades se determinaron teniendo en cuenta que se rompen con facilidad durante la captura, que el neumatóforo casi siempre se pierde y los nectóforos se separan del nectosoma, haciendo que su identificación y conteo se realice a partir de sus partes corporales remanentes (nectóforos) o a las dos fases de vida de estos organismos: su fase asexual poligástrica (nectóforo anterior y/o posterior) y fase sexual eudoxia (bráctea o bráctea con gonóforo) (Totton, 1965; Pugh, 1999; Panasiuk-Chodnicka *et al.*, 2014; Licandro *et al.*, 2017).

Para evaluar la estructura de la comunidad de copépodos, sifonóforos e hidromedusas, la densidad fue estandarizada mediante el volumen de agua filtrada en cada estación y se expresó en unidades de ind/1000 m³; para estos valores de densidad se utilizó como medida de tendencia central el error estándar. Los datos de densidad se transformaron con la raíz cuarta y se sometieron a un análisis de conglomerados basado en el índice de disimilitud Bray-Curtis. Se realizaron análisis multivariados, utilizando el análisis de porcentajes de similitud (SIMPER) para determinar las especies que contribuyen a la separación entre las asociaciones formadas; un análisis de similitud (ANOSIM de una vía) para confirmar diferencias en los atributos estructurales entre la zonificación presente en el estrecho de Gerlache y el procedimiento de correspondencia biota-ambiente (BIO-ENV) para definir que variables ambientales (temperatura, salinidad y oxígeno disuelto) se relacionan con la estructura comunitaria encontrada en el estrecho, mediante el coeficiente de correlación de Spearman (ρ_w) (un valor de $\rho_w = 0$ no implicaría ninguna relación entre las dos matrices, mientras que un valor de $\rho_w = 1$ significa que existe una fuerte relación entre ellas) (Ludwig y Reynolds, 1988; Clarke y Warwick, 2001). Estos análisis se llevaron a cabo con el paquete de software PRIMER (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research) versión 5 (Clarke y Ainsworth, 1993; Clarke y Gorley, 2001).

Halsey, 2004; Razouls *et al.*, 2005-2019), as well as for hydromedusae and siphonophores (Totton, 1965; Pugh, 1999; Licandro *et al.*, 2017). For the identification of copepods, micro-dissections of morphological structures such as antennae, jaws, maxillae, swimming legs and genital segments were carried out and it was taken into account for the determination of the densities that the specimens were complete, with all their segments and structures, as well as that they were not ecdysis or exuviae and that they were in an advanced adult or juvenile phase (Gaviria and Aranguren, 2003); particularly for siphonophores, the densities were determined taking into account, that they break easily during capture, that the pneumatophore is almost always lost and the nectophores are separated from the nectosoma, making their identification and counting carried out from their body parts remnants (nectophores) or the two life phases of these organisms: their polygastric asexual phase (anterior and/or posterior nectophore) and eudoxia sexual phase (bract or bract with gonophore) (Totton, 1965; Pugh, 1999; Panasiuk-Chodnicka *et al.*, 2014; Licandro *et al.*, 2017).

To evaluate the community structure of copepods, siphonophores and hydromedusae, the density was standardized by the volume of filtered water in each station and was expressed in units of ind/1000 m³, for these density values the central tendency measure was used as the standard error. The density data were transformed with the fourth root and subjected to a cluster analysis based on the Bray-Curtis dissimilarity index. Multivariate analyzes were performed, using the analysis of similarity percentages (SIMPER) to determine the species that contribute to the separation between the associations formed; a similarity analysis (one-way ANOSIM) to confirm differences in the structural attributes between the zoning present in the Gerlache Strait and the biota-environment correspondence procedure (BIO-ENV) to define which environmental variables (temperature, salinity and dissolved oxygen) are related to the community structure found in the strait, through Spearman's correlation coefficient (ρ_w) (a value of $\rho_w = 0$ would not imply any relationship between the two matrices, while a value of $\rho_w = 1$ means that there is a strong relationship between them) (Ludwig and Reynolds, 1988; Clarke and Warwick, 2001). These analyzes were carried out with the PRIMER software package (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research) version 5 (Clarke and Ainsworth, 1993; Clarke and Gorley, 2001).

RESULTADOS

Composición y densidad de copépodos, hidromedusas y sifonóforos

En las siete estaciones muestreadas se identificaron 4100 organismos pertenecientes a 38 especies del phylum Arthropoda (órdenes Calanoida, $n = 32$ y Cyclopoida, $n = 7$) y 10 especies del phylum Cnidaria (Subclases Hydroidolina, $n = 8$ y Trachylina, $n = 2$), dos artrópodos fueron identificados hasta el nivel de orden y equivalen a nauplios y tres copepoditos de las familias Clausocalanidae, Euchaetidae y Metridinidae. Los seis copépodos identificados hasta género se encontraban en muy malas condiciones para ser mejor identificados.

Las familias con mayor riqueza de géneros son Aetideidae ($n = 5$) y Metridinidae ($n = 4$), ambas familias de copépodos se encontraron en más de 50 % de las estaciones, como *Metridia gerlachei*, *Gaetanus tenuispinosus* y *Chiridius polaris*. Otras especies frecuentes durante los muestreos fueron los copépodos *Triconia antarctica*, *Oithona similis*, *Rhincalanus nasutus*, *Spinocalanus abyssalis* y *Drepanopus forcipatus*, las hidromedusas *Arctapodema* sp. y *Solmundella bitentaculata* y las fases poligástrica y eudoxia de los sifonóforos *Dimophyes arctica* y *Diphyes antarctica* (Tabla 2). Las estaciones con mayor riqueza de especies fueron 528 ($n = 22$), 527, 529 y 532 ($n = 20$).

Tabla 2. Inventario taxonómico, distribución, ecología, frecuencia, densidad y abundancia relativa de las especies de copépodos, sifonóforos e hidromedusas encontrados en el estrecho de Gerlache durante la expedición del verano austral 2016-2017. Abreviaciones: SA: Subantártico, A: Antártico, AS: Atlántico Sur; E: Epipelágico, Ms: Mesopelágico, B: Batipelágico, Ab: Abisopelágico, N: Nerítico; Freq: Frecuencia de aparición ('+' representa la frecuencia de la especie en < 25 % de las estaciones, '++' representa el 25-50 % y '+++' > 50 %). Dens: densidad promedio individuos/1000 m³, Abun. Rel. (%): abundancia relativa expresada en porcentaje. Las especies que contribuyen con un 75 % a la densidad se encuentran en negrilla.

Taxones / Taxa	Estadio/Tipo / Stage/ Type	Distribución / Distribution	Distribución vertical / Vertical distribution	Frecuencia / Frequency.	Densidad / Density (ind/1000 m ³)	Abundancia relativa / Relative abundance (%)
<i>Aetideus australis</i>	Adulto / Adult	SA - A	E, Ms	++	143.1	0.34
<i>Aetideus</i> sp.	Adulto / Adult	SA - A	E, Ms	+	527.3	1.25
<i>Chiridius polaris</i>	Adulto / Adult	SA - A	Ms, Ab	+++	514.4	1.22
<i>Euchirella splendens</i>	Adulto / Adult	AS	E, Ms	+	383.7	0.91
<i>Gaetanus tenuispinosus</i>	Adulto / Adult	SA - A	E, B	+++	323	0.77
<i>Euaugaptilus antarcticus</i>	Adulto / Adult	A	Ms, B	+	188.7	0.45
<i>Haloptilus ocellatus</i>	Adulto / Adult	SA - A	E	+	10.4	0.02

RESULTS

Composition and density of copepods, hydromedusae and siphonophores

In the seven stations sampled, 4100 organisms belonging to 38 species of the phylum Arthropoda (orders Calanoida, $n = 32$ and Cyclopoida, $n = 7$) and 10 species of the phylum Cnidaria (Subclasses: Hydroidolina, $n = 8$ and Trachylina, $n = 2$) were identified, two arthropods were identified down to the order level and are equivalent to nauplii and three copepodites of the Clausocalanidae, Euchaetidae and Metridinidae families. The six copepods identified up to the genus were in very poor condition to be better identified.

The families with the greatest richness of genera are Aetideidae ($n = 5$) and Metridinidae ($n = 4$), both families of copepods were found in more than 50 % of the stations such as *Metridia gerlachei*, *Gaetanus tenuispinosus* and *Chiridius polaris*, other frequent species during the samples were the copepods *Triconia antarctica*, *Oithona similis*, *Rhincalanus nasutus*, *Spinocalanus abyssalis*, *Drepanopus forcipatus*, the hydromedusa *Arctapodema* sp. and *Solmundella bitentaculata* and the polygastric and eudoxia phases of the siphonophores *Dimophyes arctica* and *Diphyes antarctica* (Table 2). The stations with the highest species richness are 528 ($n = 22$), 527, 529 and 532 ($n = 20$).

Table 2. Taxonomic inventory, distribution, ecology, frequency, density and relative abundance of the species of copepods, siphonophores and hydromedusa found in the Gerlache Strait during the 2016-2017 austral summer expedition. Abbreviations: SA: Subantarctic, A: Antarctic, AS: South Atlantic; E: Epipelagic, Ms: Mesopelagic, B: Bathypelagic, Ab: Abyssopelagic, N: Neritic; Freq: Frequency of appearance ('+' represents the frequency of the species in < 25 % of the stations, '++' represents 25-50 % and '+++' > 50 %). Dens: average density individuals/1000 m³, Abun. Rel. (%): Relative abundance is expressed as a percentage. Species contributing 75 % to density are in bold.

Taxones / Taxa	Estadio/Tipo / Stage/ Type	Distribución / Distribution	Distribución vertical / Vertical distribution	Frecuencia / Frequency.	Densidad / Density (ind/1000 m ³)	Abundancia relativa / Relative abundance (%)
<i>Haloptilus acutifrons</i>	Adulto / Adult	SA - A	Ms	+	148.8	0.35
<i>Calanus</i> sp.	Adulto / Adult	SA - A	E, Ms	+	158.2	0.38
Calanoida	Nauplio / Nauplius	SA - A	Ms	+	10.4	0.02
<i>Centropages brachiatus</i>	Adulto / Adult	SA - A	E	+	127.9	0.3
Clausocalanidae	Copepodito / Copepodite	SA - A	Ms	+	527.3	1.25
<i>Drepanopus forcipatus</i>	Adulto / Adult	SA - A	E	+++	2583.4	6.14
Cyclopoida	Nauplio / Nauplius	SA - A	Ms	+	243.2	0.58
<i>Triconia antarctica</i>	Adulto / Adult	SA - A	E, Ms	+++	3792.5	9.01
Euchaetidae	Copepodito / Copepodite	SA - A	Ms	++	1174.7	2.79
<i>Paraeuchaeta antarctica</i>	Adulto / Adult	SA - A	E, Ms, B	+++	1831.4	4.35
<i>Paraeuchaeta</i> sp.	Adulto / Adult	SA - A	E, Ms, B	+	3422.3	8.13
<i>Heterorabdus</i> sp.	Adulto / Adult	SA - A	E, B	++	106.9	0.25
<i>Heterorabdus spinifrons</i>	Adulto / Adult	SA - A	E, B	+	103.4	0.25
<i>Lucicutia magna</i>	Adulto / Adult	SA - A	E, Ms, B	++	160.3	0.38
Metridinidae	Copepodito / Copepodite	SA - A	Ms	++	667.2	1.58
<i>Metridia curticauda</i>	Adulto / Adult	SA - A	Ms, Ab	++	543.8	1.29
<i>Metridia gerlachei</i>	Adulto / Adult	SA - A	E, Ms, B	+++	15450.4	36.69
<i>Pleuromamma robusta</i>	Adulto / Adult	SA - A	Ms, B	++	700.3	1.66
<i>Oithona plumifera</i>	Adulto / Adult	SA - A	E, Ms, B	+	31.1	0.07
<i>Oithona similis</i>	Adulto / Adult	SA - A	E, Ms, B	+++	2406.8	5.72
<i>Oithona</i> sp.	Adulto / Adult	SA - A	E, Ms, B	+	364.8	0.87
<i>Oncaea curvata</i>	Adulto / Adult	SA - A	Ms	+	148.8	0.35
<i>Cornucalanus robustus</i>	Adulto / Adult	SA - A	B	+	56.6	0.13
<i>Rhincalanus gigas</i>	Adulto / Adult	SA - A	E, B	+	31.1	0.07
<i>Rhincalanus nasutus</i>	Adulto / Adult	SA - A	E, Ms, B	+++	1157.2	2.75
<i>Sapphirina nigromaculata</i>	Adulto / Adult	A	E	++	126.3	0.3
<i>Scolecithricella minor</i>	Adulto / Adult	SA - A	E, B	++	392.2	0.96
<i>Mimocalanus cultrifer</i>	Adulto / Adult	SA - A	Ms, B	+	18.9	0.04
<i>Spinocalanus abyssalis</i>	Adulto / Adult	SA - A	Ms, B	+++	1761.7	4.18
<i>Stephos</i> sp.	Adulto / Adult	AS	E	++	115.6	0.27
<i>Subeucalanus longiceps</i>	Adulto / Adult	SA - A	E	++	647.9	1.54
<i>Dimophyes arctica</i>	≠ Fases de vida / ≠ Life phases	SA - A	E, Ms	+++	189.3	0.45

Taxones / Taxa	Estadio/Tipo / Stage/ Type	Distribución / Distribution	Distribución vertical / Vertical distribution	Frecuencia / Frequency.	Densidad / Density (ind/1000 m ³)	Abundancia relativa / Relative abundance (%)
<i>Diphyes antarctica</i>	≠ Fases de vida / ≠ Life phases	A	E, Ms	+++	145.7	0.35
<i>Chuniphyes</i> sp.	Adulto / Adult	SA - A	Ms. B	+	9.3	0.02
<i>Pyrostephos vanhoeffeni</i>	Adulto / Adult	A	Ms	++	149.1	0.35
<i>Halitholus</i> sp.	Adulto / Adult	SA - A	E	+	9.3	0.02
<i>Leuckartiara</i> sp.	Adulto / Adult	AS	N	+	9.4	0.02
<i>Calycopsis borchgrevinki</i>	Adulto / Adult	SA - A	E - B	+	9.3	0.02
<i>Mitrocomella</i> sp.	Adulto / Adult	SA - A	N	++	7.9	0.02
<i>Arctapodema</i> sp.	Adulto / Adult	SA - A	B	+++	52.1	0.12
<i>Solmundella bitentaculata</i>	Adulto / Adult	A	E - B	+++	18.3	0.04
					41707.78	100

Las mayores densidades se presentan en la estación 532 con 87398 ind/1000 m³ ± 2104, seguida de la estación 531 con 37149 ind/1000 m³ ± 953,34; mientras que la estación con menores densidades es la 533 con 2811,16 ind/1000 m³ ± 85,92 (Figura 2). Las especies más abundante son *Metridia gerlachei* con un promedio de 15450 ind/1000 m³ ± 5016,2 y *Triconia antarctica* con un promedio de 3793 ind/1000 m³ ± 2365,6 (Tabla 2).

The highest densities occur at station 532 with 87398 ind/1000 m³ ± 2104, followed by station 531 with 37149 ind/1000 m³ ± 953.34; while the station with the lowest densities is 533 with 2811.16 ind/1000 m³ ± 85.92 (Figure 2). The most abundant species is *Metridia gerlachei* with an average of 15450 ind/1000 m³ ± 5016.2 and *Triconia antarctica* with an average of 3793 ind/1000 m³ ± 2365.6 (Table 2).

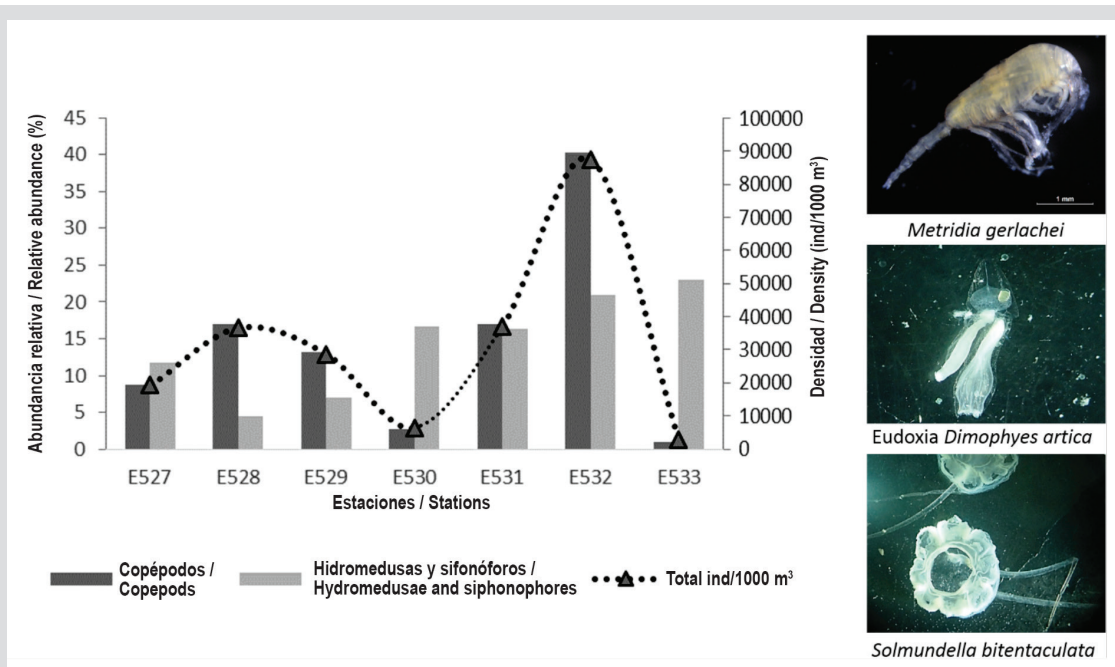


Figura 2. Variación espacial de la densidad en términos de abundancia relativa de copépodos, hidromedusas y sifonóforos encontrados en el estrecho de Gerlache durante el verano austral 2016-2017. Se referencian representantes de cada uno de los grupos taxonómicos estudiados.

Figure 2. Spatial variation of density in terms of relative abundance of copepods, hydromedusae and siphonophores found in the Gerlache Strait during the austral summer 2016-2017. Representatives of each of the taxonomic groups studied are referenced.

Estructura y ensamblaje de especies

Se discriminaron dos asociaciones, definidas por el dendrograma de disimilitud de Bray-Curtis (Figura 3), los porcentajes de disimilitud fueron cercanos a 60 %. Un grupo es caracterizado por las mayores abundancias relativas de copépodos (todo un transecto dentro del estrecho de Gerlache) y el otro grupo (solo dos estaciones E530 y E533) ubicado al noroeste del estrecho (pasaje Croker) caracterizado por tener la abundancia relativa y riqueza más baja de todas las estaciones, pero con una mayor abundancia relativa de sifonóforos e hidromedusas (Figura 2). Estas asociaciones se diferenciaron estadísticamente (ANOSIM) basadas en que el valor-p fue menor de 0,01 y el R-global cercano a 1 (0,873).

Según los resultados del análisis SIMPER, el grupo de dos estaciones ubicado en el pasaje Croker presentó cinco especies que contribuyeron a conformar el grupo y que sumadas equivalen a 92,71 % de similitud, estas especies son: *Metridia gerlachei*, *Triconia antarctica*, *Spinocalanus abyssalis*, *Dimophyes arctica* y *Diphyes antartica*. Para el grupo conformado por las restantes cinco estaciones, con una suma de 91,69 % de similitud, cinco especies contribuyeron a agrupar las estaciones: *M. gerlachei*, *Paraeuchaeta antarctica*, *Oithona similis*, *T. antártica* y *Drepanopus forcipatus*. Por último, con el análisis BIOENV y como

Structure and assembly of species

Two associations were discriminated, defined by the Bray-Curtis dissimilarity dendrogram (Figure 3), the dissimilarity percentages were close to 60 %. One group is characterized by the highest relative abundances of copepods (an entire transect within the Gerlache Strait) and the other group (only two stations E530 and E533) located northwest of the strait (Croker passage) characterized by having the relative abundance and lowest richness of all stations, but with a higher relative abundance of siphonophores and hydromedusae (Figure 2). These associations were statistically differentiated (ANOSIM) based on the fact that the p-value was less than 0.01 and the global R-close to 1 (0.873).

According to the results of the SIMPER analysis, the group of two stations located in the Croker passage presented five species that contributed to making up the group and that added together are equivalent to 92.71 % similarity, these species are *Metridia gerlachei*, *Triconia antarctica*, *Spinocalanus abyssalis*, *Dimophyes arctica* and *Diphyes antartica*. For the group made up of the remaining five stations, with a sum of 91.69 % similarity, five species contributed to group the stations, among them were, *Metridia gerlachei*, *Paraeuchaeta antarctica*, *Oithona similis*, *Triconia Antarctica* and *Drepanopus forcipatus*. Finally,

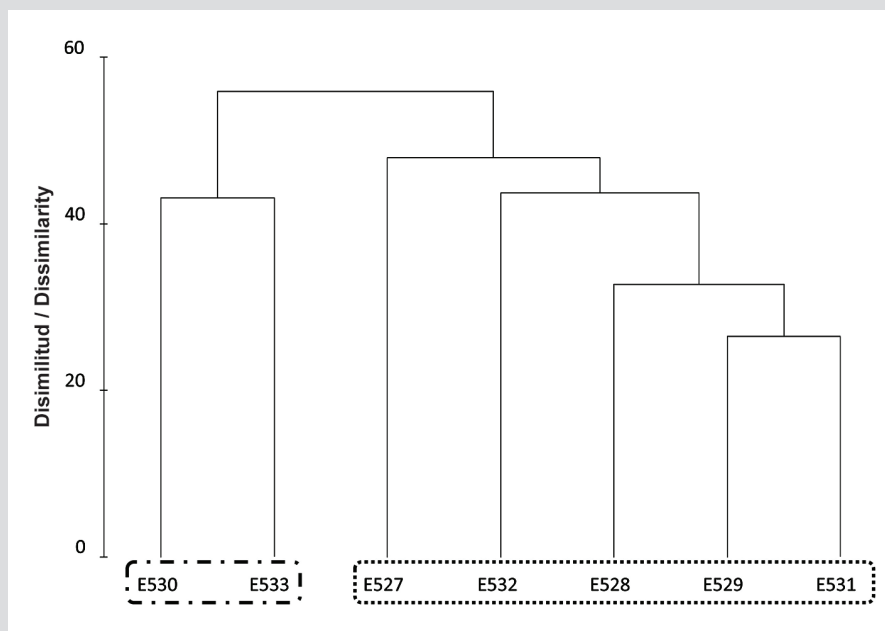


Figura 3. Análisis descriptivo multivariado no paramétrico de clasificación cuantitativa de disimilitud (Cluster) para las muestras que se agruparon en el estrecho de Gerlache durante la expedición del verano austral 2016-2017. Trama (•••••): Asociación 1. Trama (- • - • - •): Asociación 2.

Figure 3. Nonparametric multivariate descriptive analysis of quantitative dissimilarity classification (Cluster) for the samples that were grouped in the Gerlache Strait during the 2016-2017 austral summer expedition. Frame (•••••): Association 1. Frame (- • - • - •): Association 2.

método estadístico el coeficiente de correlación de rangos de Spearman, se encontró que los factores temperatura y salinidad pueden tener el mayor efecto sobre la estructura y composición de copépodos, hidromedusas y sifonóforos, con una correlación armónica de Spearman (ρ_w) de 0,648.

DISCUSIÓN

Composición de copépodos, hidromedusas y sifonóforos

Las especies de copépodos *Haloptilus acutifrons*, *Centropages brachiatus*, *Heterorabdus spinifrons* y *Oithona plumifera* son nuevos registros para el estrecho de Gerlache en aguas entre 0 y 700 m de profundidad. Las restantes 34 especies de copépodos han sido citadas previamente de manera frecuente en la región Antártica y el estrecho de Gerlache (Zmijewska y Yen, 1993; Razouls *et al.*, 2005-2019; Fuentes *et al.*, 2008; Kouwenberg *et al.*, 2014; Cornils *et al.*, 2018; Giraldo *et al.*, 2019). Existen cerca de 200 especies de copépodos que habitan los ambientes pelágicos de las aguas del Antártico; sin embargo, solo unas pocas especies dominan el ensamblaje pelágico antártico del estrecho de Gerlache entre las que se destacan las pertenecientes a grandes calanoideos como *Metridia gerlachei*, *Paraeuchaeta antarctica* y *Rhincalanus nasutus*, pequeños calanoideos como *Spinocalanus abysallis* y *Drepanopus forcipatus* y ciclopoideos tales como *Oithona similis* y *Triconia antarctica*. Esta estructura ya ha sido descrita por otros autores para ambientes antárticos (Razouls *et al.*, 2000; Schnack-Schiel, 2001; Tarling *et al.*, 2017; Cornils *et al.*, 2018; Giraldo *et al.*, 2019) quienes dicen que estos taxones pueden sumar entre 70 y 95 % del total de la densidad y biomasa de copépodos, siendo su éxito posiblemente atribuido a las diferentes estrategias de vida que regulan con la variabilidad estacional. Tal es el caso de *M. gerlachei* y *P. antarctica*, copépodos omnívoros que se alimentan durante el verano y otoño para después en invierno y primavera reproducirse liberando sus huevos. Mientras que *O. similis*, *D. forcipatus* y *T. antarctica* y los demás copépodos de tallas medias y pequeñas son herbívoros que se alimentan preferiblemente de microfítoplancton y microzooplacton durante todo el año (Nishida, 1985; Schnack-Schiel y Hagen, 1994; Atkinson *et al.*, 1996; Schnack-Schiel, 2001; Giraldo *et al.*, 2019) aprovechando al máximo la variación estacional y la disponibilidad de alimento, para aumentar sus tasas reproductivas y lograr mantener su dominio en aguas antárticas (Atkinson *et al.*, 1996; Alonzo *et al.*, 2000).

with the BIOENV analysis and as a statistical method the Spearman rank correlation coefficient, it was found that temperature and salinity factors can have the greatest effect on the structure and composition of copepods, hydromedusae and siphonophores, with a harmonic correlation Spearman's (ρ_w) of 0.648.

DISCUSSION

Composition of copepods, hydromedusae and siphonophores

The copepod species *Haloptilus acutifrons*, *Centropages brachiatus*, *Heterorabdus spinifrons* and *Oithona plumifera* are new records for the Gerlache Strait in waters between 0 and 700 m depth. The remaining 34 species of copepods have been frequently cited and previously reported in the Antarctic region and the Gerlache Strait (Zmijewska and Yen, 1993; Fuentes *et al.*, 2008; Kouwenberg *et al.*, 2014; Cornils *et al.*, 2018; Razouls *et al.*, 2005-2019; Giraldo *et al.*, 2019). There are about 200 species of copepods that inhabit the pelagic environments of Antarctic waters, however, only a few species dominate the Antarctic pelagic assemblage of the Gerlache Strait, among which species belonging to large Calanoids such as *Metridia gerlachei*, *Paraeuchaeta antarctica* stand out and *Rhincalanus nasutus*, small Calanoids such as *Spinocalanus abysallis* and *Drepanopus forcipatus* and Cyclopoideos such as *Oithona similis* and *Triconia antarctica*, this structure has already been described by other authors for Antarctic environments (Razouls *et al.*, 2000; Schnack-Schiel, 2001; Tarling *et al.*, 2017; Cornils *et al.*, 2018; Giraldo *et al.*, 2019) who report that these taxa can add between 70 % and 95 % of the total density and biomass of copepods, their success being possibly attributed to the different life strategies that regulate with seasonal variability, such as the case of *M. gerlachei* and *P. antarctica* which are omnivorous copepods that feed during the summer and autumn and later in the winter and spring reproduce by releasing their eggs. While *O. similis*, *D. forcipatus* and *Triconia antarctica* and the other copepods of medium and small sizes are herbivores, preferably feeding on micro-plankton and microzooplankton throughout the year (Nishida, 1985; Schnack-Schiel and Hagen, 1994; Atkinson *et al.*, 1996; Schnack-Schiel, 2001; Giraldo *et al.*, 2019) taking full advantage of seasonal variation and food availability, to increase their reproductive rates and maintain their dominance in Antarctic waters (Atkinson *et al.*, 1996; Alonzo *et al.*, 2000).

Al determinar la composición de copépodos se encontraron especies que habitan tanto aguas epipelágicas (ej. *H. ocellatus*, *C. brachiatus*, *D. forcipatus* y *S. longipes*) como meso y batipelágicas (ej. *E. antarcticus*, *P. robusta*, *M. cultifer* y *S. gerlachei*) y otras capaces de vivir a lo largo de toda la columna de agua como es el caso de *M. gerlachei*, *P. antarctica*, *O. similis* y *R. nasutus* (Yang *et al.*, 2016). Para los copépodos oceánicos que habitan aguas antárticas y subantárticas se puede distinguir un patrón homogéneo de distribución, lo que permite a especies epipelágicas y mesopelágicas tener un mayor rango de distribución en la columna de agua; este patrón cambia paulatinamente de latitudes meridionales a latitudes templadas, subtropicales y tropicales debido principalmente a la circulación termohalina y las corrientes que se originan en ambientes boreales (Schnack-Schiel y Mujica, 1994; Atkinson., 1999; Yang *et al.*, 2016).

En relación a las especies de hidromedusas y sifonóforos, aunque algunos artículos aún trabajan a este grupo de animales gelatinosos solo hasta orden (Cabal *et al.*, 2002), las especies aquí descritas son comunes para la península Antártica (mares de Bellingshausen, Scotia y Weddell), siendo los sifonóforos los más frecuentes, como *Pyrostephos vanhoeffeni* considerado como autóctono de la región (Pugh, 1999) y *Dimophyes arctica* y *Diphyes antarctica*, los que presentan las mayores densidades y una distribución un poco más continental hacia la península Antártica (Pagès y Gili, 1989; Pugh, 1999, Fuentes *et al.*, 2008; Mackey *et al.*, 2012; Lindsay *et al.*, 2014; Panasiuk-Chodnicka *et al.*, 2014). Estos dos sifonóforos se recolectaron tanto en forma poligástrica como eudoxia, siendo esta última dominante en todas las estaciones. Las hidromedusas características de la región antártica pertenecen a los órdenes Narcomedusae (*Solmundella bitentaculata*) y Trachymedusae (*Arctapodema* sp.) (Lindsay *et al.*, 2014).

Estructura y ensamblaje de especies

Al igual que lo registrado por Zmijewska y Yen (1993), Calbert *et al.* (2006) y Giraldo *et al.* (2019) para el verano Antártico 2016-2017, se presenta una marcada variabilidad en la densidad de organismos. Las mayores densidades se ubican principalmente en los sectores centro y suroeste del estrecho de Gerlache y las menores densidades reportadas hacia el noroeste, siendo siempre *Metridia gerlachei* la especie dominante en términos de densidad, pero con una estructura del ensamblaje particular, que varía en cada estación, permitiendo encontrar estaciones con alta

When determining the composition of copepods, species inhabiting both epipelagic waters (eg *H. ocellatus*, *C. brachiatus*, *D. forcipatus*, *S. longipes*) and meso and bathypelagic waters (eg *E. antarcticus*, *P. robusta*, *M. cultifer*, *S. gerlachei*) and others capable of living throughout the entire water column, such as *M. gerlachei*, *P. antarctica*, *O. similis* and *R. nasutus* (Yang *et al.*, 2016). For oceanic copepod species that inhabit Antarctic and Subantarctic waters, a homogeneous pattern of distribution can be distinguished, which allows epipelagic and mesopelagic species to have a greater range of distribution in the water column, this pattern gradually changes from southern latitudes to temperate, subtropical and tropical latitudes mainly due to thermohaline circulation and currents that originate in boreal environments (Schnack-Schiel and Mujica 1994; Atkinson., 1999; Yang *et al.*, 2016).

Concerning the species of hydromedusae and siphonophores, although some articles still work on this group of gelatinous animals only up to order (Cabal *et al.*, 2002), the species described here are common for the Antarctic Peninsula (Bellingshausen Sea, Sea of Scotia, Weddell Sea), with siphonophores being the most frequent, such as *Pyrostephos vanhoeffeni*, considered indigenous to the region (Pugh, 1999) and *Dimophyes arctica* and *Diphyes antarctica*, which present the highest densities and a slightly more continental distribution towards the Antarctic Peninsula (Pagès and Gili, 1989; Pugh, 1999, Fuentes *et al.*, 2008; Mackey *et al.*, 2012; Lindsay *et al.*, 2014; Panasiuk-Chodnicka *et al.*, 2014). These two siphonophores were collected in both polygastric and eudoxic forms, the latter being dominant in all stations. The hydromedusae characteristic of the Antarctic region belongs to the orders Narcomedusae (*Solmundella bitentaculata*) and Trachymedusae (*Arctapodema* sp.) (Lindsay *et al.*, 2014).

Structure and assembly of species

As reported by Zmijewska and Yen (1993), Calbert *et al.* (2006) and Giraldo *et al.* (2019), for the Antarctic summer 2016-2017, there is marked variability in the density of organisms, the highest densities are located mainly in the central and southwest sector of the Gerlache Strait and the lowest densities reported towards the northwest sector, always being *Metridia gerlachei* the dominant species in terms of density, but with a particular assembly structure that varies between stations, making it possible to find stations with a high presence of

presencia de sifonóforos e hidromedusas y otras con menor presencia de estas.

Las menores densidades al noroeste de Gerlache (pasaje Croker) en realidad son el reflejo de una alta densidad de gelatinosos y baja de copépodos; esto puede ocurrir posiblemente por las dinámicas locales propias del área como un sistema de corrientes suaves (Zhou *et al.*, 2002; Willmott *et al.*, 2007) o la disponibilidad de alimento. A principios de verano los pequeños incrementos en temperatura fortalecen el crecimiento y desarrollo de los sifonóforos (Panasiuk-Chodnicka *et al.*, 2014), además, al ser carnívoros, cuentan durante el verano con suficiente alimento para llevar a cabo sus procesos reproductivos, lo que se sustenta con la aparición de sus estadios sexuales en el área. La presencia de la fase sexual eudoxia de *Dimophyes arctica* con 264,14 ind/1000 m³ en el pasaje Croker ya ha sido mencionada también con altas densidades por Panasiuk-Chodnicka *et al.* (2014) con 200,82 ind/1000 m³. Este sifonóforo se alimenta casi exclusivamente (66 %) de pequeños copépodos (Purcell, 1981), lo que explicaría la baja densidad de copépodos en la estación 533.

Las mayores diversidad y densidad que se presentan en el sector centro y suroeste del estrecho (estaciones 532 y 531) pueden ser influenciadas por las fuertes corrientes que ingresan a través del canal Schollaert, hacia Gerlache (Zhou *et al.*, 2002; Willmott *et al.*, 2007), originando un mayor intercambio de aguas de menor temperatura y mayor salinidad que van cambiando conforme se mezclan con las aguas internas del estrecho; esto, junto con el deshielo que ocurre en el estrecho durante el verano (Gordon y Nowlin, 1978), produce gradientes de temperatura media del mar y brinda a la columna de agua los recursos necesarios para que el ensamblaje zooplanctónico dentro del estrecho sea dinámico y altamente heterogéneo (Atkinson *et al.*, 1996; Smith *et al.*, 1998; Hernández-León *et al.*, 1999; Cabal, 2002; Marrari *et al.*, 2008; Ducklow *et al.*, 2012; Flores *et al.*, 2014; Giraldo *et al.*, 2019).

Mediante el análisis BIOENV se evidenció el efecto que tienen los cambios en las concentraciones de temperatura y salinidad en la estructura de la comunidad de copépodos, hidromedusas y sifonóforos (Robinson *et al.*, 2010; Wishner *et al.*, 2018). Gran parte de la variabilidad espacial de la estructura del plancton se atribuye a los cambios físicos y químicos de la columna del agua producida por esas variables, por efecto del intercambio de aguas provenientes del mar de Bellingshausen a través de pasos con profundidades inferiores a 400 m como el del estrecho

siphonophores and hydromedusae and others with a lesser presence of these.

The lower densities northwest of the Gerlache Strait (Croker Passage) are a reflection of a high density of the gelatinous and low density of copepods; this may occur due to the local dynamics of the area such as a system of gentle currents (Zhou *et al.*, 2002; Willmott *et al.*, 2007) or the availability of food. In early summer the small increases in temperature strengthen the growth and development of the siphonophores (Panasiuk-Chodnicka *et al.*, 2014), in addition to being carnivores, they have enough food during the summer to carry out their reproductive processes, which is sustained by the presence of their sexual stages in the area. The presence of the eudoxia sexual phase of *Dimophyes arctica* with 264.14 ind/1000 m³, in the Croker passage, has already been reported with high densities by Panasiuk-Chodnicka *et al.*, (2014) with 200.82 ind/1000 m³, this siphonophore feeds almost exclusively (66 %) of small copepods (Purcell, 1981), which would explain the low density of copepods at station 533.

The greater diversity and density that occurs in the central and southwestern sector of the Gerlache Strait (stations 532 and 531) can be influenced by the strong currents that enter through the Schollaert channel, towards the Gerlache Strait (Zhou *et al.*, 2002; Willmott *et al.*, 2007), causing a greater exchange of waters of lower temperature and higher salinity that change as they mix with the internal waters of the Gerlache Strait, this together with the thaw that occurs in the Strait during the summer (Gordon and Nowlin, 1978), produces mean sea temperature gradients and provides the water column with the necessary resources for the zooplankton assembly within the strait to be dynamic and highly heterogeneous (Atkinson *et al.*, 1996; Smith *et al.*, 1998; Hernández-León *et al.*, 1999; Cabal, 2002; Marrari *et al.*, 2008; Ducklow *et al.*, 2012; Flores *et al.*, 2014; Giraldo *et al.*, 2019).

Through the BIOENV analysis, the effect that changes in the concentrations of temperature and salinity have on the structure of the community of copepods, hydromedusae and siphonophores (Robinson *et al.*, 2010; Wishner *et al.*, 2018). Much of the spatial variability of the plankton structure is attributed to the physical and chemical changes in the water column produced by these variables, due to the exchange of water from the Bellingshausen Sea through passages with depths of less than 400 m such as the Bismarck Strait, Dallman Bay and

de Bismarck, la bahía Dallman y el canal Schollaert (García *et al.*, 2002; Willmott *et al.*, 2007; Flores *et al.*, 2014). Otras variaciones son atribuibles a procesos biológicos, comportamentales y tróficos propios de las comunidades que residen en el área (Folt y Burns, 1999).

CONCLUSIONES

Este estudio aporta importante información sobre la biodiversidad de la fauna zooplanctónica del estrecho de Gerlache, incrementando el número de ocurrencias de copépodos, hidromedusas y sifonóforos registradas para la región en el SCAR-MarBIN y además ampliando el rango de distribución para las especies *Haloptilus acutifrons*, *Centropages brachiatus*, *Heterorabdus spinifrons* y *Oithona plumifera*.

En Gerlache se puede observar una sectorización del ensamblaje, uno hacia el noreste caracterizado por tener la abundancia relativa y riqueza más baja, pero con una mayor abundancia relativa de sifonóforos e hidromedusas, esto debido a que los cambios de temperatura y disponibilidad de alimento al inicio del verano antártico, favorecen su reproducción. El otro grupo ubicado a lo largo del estrecho en dirección suroeste se caracteriza por las mayores abundancias relativas de copépodos, los cuales se ven influenciados por el intercambio de agua y nutrientes a través del canal Schollaert permitiendo que el ensamblaje se desarrolle, sea dinámico y altamente heterogéneo.

Los patrones de distribución de copépodos, hidromedusas y sifonóforos para el estrecho requieren investigaciones futuras, para complementar el presente conjunto de resultados, pues es necesario realizar un muestreo de zooplancton generalizado y estandarizado en cada una de las expediciones colombianas a la Antártica y una definición de los estratos de profundidad del muestreo, para analizar la distribución de esta comunidad respecto a los diferentes factores abióticos y bióticos que la regulan. De esta forma, se podrían realizar nuevos análisis sobre la variación interanual del zooplancton durante los veranos australes y pueden arrojar nueva luz sobre patrones de distribución, establecer las relaciones con la oceanografía del área y el papel que el zooplancton tiene en la trofodinámica del estrecho de Gerlache.

the Schollaert Canal (García *et al.*, 2002; Willmott *et al.*, 2007; Flores *et al.*, 2014). Other variations are attributable to biological, behavioral and trophic processes typical of the communities that reside in the area (Folt and Burns, 1999).

CONCLUSIONS

This study provides important information on the biodiversity of the zooplanktonic fauna of the Gerlache Strait, increasing the number of occurrences of copepods, hydromedusae and siphonophores reported for the area in the SCAR-MarBIN and also expanding the range of distribution for the species *Haloptilus acutifrons*, *Centropages brachiatus*, *Heterorabdus spinifrons* and *Oithona plumifera*.

In the Gerlache Strait, a sectorization of the assembly can be observed, one towards the northeast characterized by having the relative abundance and lowest richness, but with a greater relative abundance of siphonophores and hydromedusae, this due to changes in temperature and availability of food at the beginning of the Antarctic summer, favor their reproduction. The other group located along the strait in a southwesterly direction is characterized by the greater relative abundances of copepods, which are influenced by the exchange of water and nutrients through the Schollaert channel, allowing the assembly to develop, be dynamic and highly heterogeneous.

The distribution patterns of copepods, hydromedusae and siphonophores for the Gerlache Strait require future research, to complement the present set of results since it is necessary to carry out a generalized and standardized sampling of zooplankton in each of the Expeditions from Colombia to Antarctica and a definition of the depth strata of the sampling, to analyze the distribution of this community for the different abiotic and biotic factors that regulate it. In this way, new analyzes could be carried out on the interannual variation of zooplankton during the austral summers and could shed new light on distribution patterns, establish relationships with the oceanography of the area and the role that zooplankton plays in the trophodynamics of the Strait of Gerlache.



AGRADECIMIENTOS

Gracias a la tripulación científica y de la Armada durante la III Expedición Colombiana a la Antártica, “Almirante Padilla” y a la Dirección General Marítima de Colombia (DIMAR). A la Comisión Colombiana del Océano (CCO) por su gestión en el Programa Antártico Colombiano. A Manuel Garrido Linares (Invemar) y Andrés Franco Herrera (Universidad Jorge Tadeo Lozano), quienes realizaron los arrastres y fijación de las muestras de plancton. Agradecemos también al Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - Invemar por el financiamiento y apoyo durante el análisis de las muestras (Invemar Resolución 0092 de 2016. Código BPIN 2014011000405). Agradecemos también al editor y evaluadores que colaboraron en mejorar la calidad del manuscrito. Contribución del Invemar N° 1291.

ACKNOWLEDGEMENT

Thanks to the scientific crew and the Navy during the III Colombian Expedition to Antarctica, “Admiral Padilla” and the General Maritime Directorate of Colombia (DIMAR). To the Colombian Ocean Commission (CCO) for managing it in the Colombian Antarctic Program. To Manuel Garrido Linares, Invemar researcher and Andrés Franco Herrera, professor at the Jorge Tadeo Lozano University, expedition members of the III Expedition who carried out the trawling and fixing of the plankton samples. We also thank the Institute for Marine and Coastal Research - Invemar for the financing and support during the analysis of the samples (Invemar Resolution 0092 of 2016. BPIN Code 2014011000405). We also thank the Editor and evaluators who collaborated in improving the quality of the manuscript. Invemar N ° 1291 contribution.

BIBLIOGRAFÍA / LITERATURE CITED

- Alonzo, F., P. Mayzaud and S. Razouls. 2000. Egg production, population structure and biochemical composition of the subantarctic copepod *Paraeuchaeta antarctica* in the Kerguelen Archipelago. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 205: 207-217.
- Atkinson, A. 1999. Life cycle strategies of epipelagic copepods in the Southern Ocean. *J. Mar. Syst.*, 15: 289-311.
- Atkinson, A., R. Shreeve, E. Pakhomov, J. Priddle, S. Blight and P. Ward. 1996. Zooplankton response to a phytoplankton bloom near South Georgia, Antarctica. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 144: 195-210.
- Atkinson, A., P. Ward, B. Hunt, E. Pakhomov and G. Hosie. 2012. An overview of Southern Ocean Zooplankton data: Abundance, biomass, feeding and functional relationships. *CCAMLR Sci.*, 19: 171-218.
- Birkenmajer, K. 1995. Geology of Gerlache Strait, West Antarctica. I. Arctowski Peninsula. *Pol. Polar Res*, 16 (1-2): 47-60
- Birkenmajer, K. 1999. The tectonic structure of Gerlache Strait, West Antarctica. *XXVI Polar Symp. Pol. Polar Stud.*, 45-50.
- Bjorberg, T. 1981. Copepoda: 586-679. En: Boltovskoy, D. (Ed.). Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publ. Espec. INIDEP, Mar del Plata, Argentina. 929 p.
- Boxshall, G. and S. Halsey. 2004. An introduction to copepod diversity. The Ray Society. London. Vols. I and II. 966 p.
- Bradford-Grieve, J., E. Markhaseva., C. Rocha and B. Abiahy. 1999. Copepoda: 869-1098. En: Boltovskoy, D. (Ed.). South Atlantic zooplankton. Backhuys. 1496 p.
- Cabal, J., A. Álvarez-Marqués, M. Quevedo, R. González-Quirós, I. Huskin, D. Fernández, D. Rodríguez del Valle and R. Anadón. 2002. Mesozooplankton distribution and grazing during the productive season in the Northwest Antarctic Peninsula (FRUELA cruises). *Deep-Sea. Res. PT. II.*, 49 (4-5): 869-882.
- Clarke, A. 2008. Antarctic marine benthic diversity: patterns and processes. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 366: 48-55.
- Clarke, K. and M. Ainsworth. 1993. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 92: 205-219.
- Clarke, K. and R. Gorley. 2001. Primer v5: user manual/tutorial. PRIMER-E, Plymouth, UK. 91 p.

- Clarke, K. y R. Warwick. 2001. Change marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. 2nd Ed. PRIMER-E Ltd. Plymouth Marine Laboratory, UK. 165 p.
- Corlins, A., R. Sieger, E. Mizdalski, S. Schumacher, H. Grove and S. Schnack-Schiel. 2018. Copepod species abundance from the Southern Ocean and other regions (1980–2005) – a legacy. *Earth Syst. Sci. Data*, 10: 1457-1471.
- Dragani, W., M. Drabble, E. D’Onofrio and C. Mazio. 2004. Propagation and amplification of tide at Bransfield and Gerlache straits, northwestern Antarctic Peninsula. An observational study. *Polar Geosci.*, 17: 156-170.
- Ducklow, H., A. Clarke, R. Dickhut, S. Doney, K. Geisz, H. Huang, D. Martinson, O. Schofield, S. Stammerjohn, S. Steinberg and W. Fraser. 2012. The marine system of the Western Antarctic Peninsula: 121-159. In: Rogers, A.D., N. M. Johnston, E. J. Murphy and A. Clarke (Eds.) *Antarctic Ecosystems: An Extreme Environment in a Changing World*. Wiley-Blackwell, United States. 564 p.
- Flores, H., B. Hunt, S. Kruse, E. Pakhomov, V. Siegel, J. Van Franeker, V. Strass, A. Van de Putte, E. Meesters and U. Bathmann. 2014. Seasonal changes in the vertical distribution and community structure of Antarctic macrozooplankton and micronekton. *Deep-Sea. Res. PT. I.*, 84: 127-141.
- Folt, C. and C. Burns. 1999. Biological drivers of zooplankton patchiness. *Trends Ecol.*, 14(8): 300-305.
- Fuentes, V., S. Schnack-Schiel, I. Schloss and G. Esnal. 2008. Mesozooplankton of Potter Cove: Community composition and seasonal distribution in 2002 and 2003. *Rep. Pol. Mar. Res.*, 571: 75-84.
- García, M., C. Castro, A. Ríos, M. Doval, G. Roson, D. Gomis, D. and O. Lopez. 2002. Water masses and distribution of physico-chemical properties in the Western Bransfield Strait and Gerlache Strait during Austral summer 1995/96. *Deep-Sea. Res. PT. II.*, 49: 585-602.
- Gaviria, S. y N. Aranguren. 2003. Guía de laboratorio para identificación de cladóceros (Anopoda y Ctenopoda) y copépodos (Calanoida y Cyclopoida). *Univ. Pedagóg. Tecnol. Col. Esc. Biol. Tunja, Colombia*. 22 p.
- Giraldo, A., M.I. Criales-Hernández, M. Jerez-Guerrero y D. Mojica-Moncada. 2019. Biomasa del mesozooplancton y ensamblaje de copépodos epipelágicos en el estrecho de Gerlache (Antártica) durante el verano austral de 2015. *Bol. Invest. Mar. Cost.*, 48(1): 9-26.
- Gordon, A. and W. Nowlin. 1978. The basin waters of Bransfield Strait. *J. Phys. Oceanogr.*, 7: 788–802.
- Griffiths, H. J. 2010. Antarctic marine biodiversity – what do we know about the distribution of life in the Southern Ocean? *PLoS ONE*, 5(8): e11683.
- Griffiths, H. J., B. Danis and A. Clarke. 2011. Quantifying Antarctic marine biodiversity: The SCAR–MarBIN data portal. *Deep-Sea. Res. PT. II*, 58(1–2): 18-29.
- Hernández-León, S., S. Torres, I. Gómez, M. Montero and C. Almeida. 1999. Biomass and metabolism of zooplankton in the Bransfield Strait (Antarctic Peninsula) during austral spring. *Polar. Biol.*, 21: 214-219.
- Hernández-León, S., C. Almedia, A. Portillo-Hahnefeld, M. Gómez and I. Montero. 2000. Biomass and potential feeding, respiration and growth of zooplankton in the Bransfield Strait (Antarctic Peninsula) during austral summer. *Polar Biol.*, 23: 679-90.
- Hernández-León, S., A. Portillo-Hahnefeld, C. Almeida, P. Bécognée and I. Moreno. 2001. Diel feeding behavior of krill in the Gerlache Strait, Antarctica. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 223: 235-242.
- Hopkins, T. 1985. The zooplankton community of Croker Passage, Antarctic Peninsula. *Polar. Biol.*, 4, 161-170.
- Kouwenberg, J., C. Razouls and N. Desreumaux. 2014. Southern Ocean pelagic copepods: 290-296. In: De Broyer C., P. Koubbi, H. J. Griffiths, B. Raymond, C. d Udekem-d’Acoz, A. P. Van de Putte, B. Danis, B. David, S. Grant, J. Gutt, C. Held, G. Hosie, F. Huettmann, A. Post and Y. Ropert-Coudert (Eds.) *Biogeographic atlas of the Southern Ocean*. *Scient. Com. Antarct. Res.*, Cambridge. 498 p.
- Licandro, P., C. Carré and D. Lindsay. 2017. Cnidaria: colonial Hydrozoa (Siphonophorae): 232-249. In: Castellani, C. and M. Edwards. (Ed.). *Marine plankton - a practical guide to ecology, methodology and taxonomy*, Oxford. 678 p.
- Lindsay, D., E. Guerrero, M. Grossmann and V. Fuentes. 2014. Chapter 6.3. Cnidaria and Ctenophora: gelatinous zooplankton: 266-275. In: De Broyer, C., P. Koubbi, H. J. Griffiths, B. Raymond, C. d Udekem-d’Acoz, A. P. Van de Putte, B. Danis, B. David, S. Grant, J. Gutt, C. Held, G. Hosie, F. Huettmann, A. Post and Y. Ropert-Coudert (Eds.) *Biogeographic atlas of the Southern Ocean*. *Scient. Com. Antarct. Res.*, Cambridge. 498 p.



- Ludwig, J. and J. Reynolds. 1988. Statistical ecology. A primer on methods and computing. Wiley, New York. 338 p.
- Mackey, A., A. Atkinson, S. Hill, P. Ward, N. Cunningham, N. Johnston and E. Murphy. 2012. Antarctic macrozooplankton of the southwest Atlantic sector and Bellingshausen Sea: Baseline historical distributions (Discovery Investigations, 1928–1935) related to temperature and food, with projections for subsequent ocean warming. *Deep-Sea. Res. PT. II.*, 59-60: 130-146.
- Marrari, M., K. Daly and C. Hu. 2008. Spatial and temporal variability of SeaWiFS chlorophyll a distributions west of the Antarctic Peninsula: Implications for krill production. *Deep-Sea Res. Part II.*, 55 (3-4): 377-392.
- Nishida, S. 1985. Taxonomy and distribution of the family Oithonidae (Copepoda, Cyclopoida) in the Pacific and Indian Ocean. *Bull. Ocean Res. Inst.*, 20: 1-167.
- Pagès, F. and J. Gili. 1989. Siphonophores (Cnidaria, Hydrozoa) collected during the “Magga Dan” Expedition (1966–67) from Africa to Antarctica. *Sci. Mar.*, 53(1): 53-57.
- Panasiuk-Chodnicka, A., M. Żmijewska and M. Mańko. 2014. Vertical migration of Siphonophora (Cnidaria) and their productivity in the Croker Passage, the Antarctic. *Pol. Polar Res.*, 35: 115-131.
- Pugh, P. 1999. Siphonophorae: 467–511. En: Boltovskoy, D. (Ed.). South Atlantic zooplankton. Backhuys. 1496 p.
- Purcell, J. 1981. Dietary composition and diel feeding patterns of epipelagic siphonophores. *Mar. Biol.*, 65: 83-90.
- Razouls, S., C. Razouls and F. De Bovée. 2000. Biodiversity and biogeography of Antarctic copepods. *Antarct. Sci.*, 12(3): 343-362.
- Razouls, C., F. de Bovée, J. Kouwenberg and N. Desreumaux. 2005-2020. Diversité et répartition géographique chez les copépodes planctoniques marins. Sorbonne Univ., CNRS. <http://copepodes.obs-banyuls.fr>
- Robinson, C., D. Steinberg, T. Anderson, J. Aristegui, C. Carlson, J. Frost, J. Ghiglione, S. Hernández-León, G. Jackson, K. Koppelman, B. Quéguiner, O. Ragueneau, F. Rassoulzadegan, B. Robinson, C. Tamburini, T. Tanaka, K. Wishner and J. Zhang. 2010. Mesopelagic zone ecology and biogeochemistry – a synthesis. *Deep-Sea. Res. PT. II.*, 57: 1504-1518.
- Rodríguez, F., M. Varela and M. Zapata. 2002a. Phytoplankton assemblages in the Gerlache and Bransfield Straits (Antarctic Peninsula) determined by light microscopy and CHEMTAX analysis of HPLC pigment data. *Deep-Sea. Res. PT. II.*, 49: 723-747.
- Rodríguez, F., J. Jiménez-Gómez, M. Blanco and F. Figueroa. 2002b. Physical gradients and spatial variability of the size structure and composition of phytoplankton in the Gerlache Strait (Antarctica). *Deep-Sea. Res. PT. II.*, 49:693-706.
- Schnack-Schiel, S. 2001. Aspects of the study of the life cycles of Antarctic copepods. *Hydrobiologia*, 453/454: 9-24.
- Schnack-Schiel, S. and W. Hagen. 1994. Life cycle strategies and seasonal variations in distribution and population structure of four dominant copepod species in the eastern Weddell Sea, Antarctica. *J. Plankton Res.*, 16: 1543-1566.
- Schnack-Schiel, S. B. and A. Mujica. 1994. The zooplankton of the Antarctic Peninsula Region: 79-92. In: El-Sayed, S.Z. (Ed.) Southern Ocean ecology: the BIOMASS perspective. Cambridge Univ. 399 p.
- Shreeve, R., G. Tarling, A. Atkinson, P. Ward, C. Goss and J. Watkins. 2005. Relative production of *Calanoides acutus* (Copepoda: Calanoida) and *Euphausia superba* (Antarctic krill) at South Georgia, and its implications at wider scales. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 298: 229-239.
- Smith, R., K. Baker and W. Vernet. 1998. Seasonal and interannual variability of phytoplankton biomass west of the Antarctic Peninsula. *J. Mar. Sys.*, 17 (1-4): 229-243.
- Tarling, G., P. Ward and S. Thorpe. 2017. Spatial distributions of Southern Ocean mesozooplankton communities have been resilient to long-term surface warming. *Glob. Change Biol.*, 24.
- Totton, A. 1965. A synopsis of the Siphonophora. British Mus. (Nat. Hist.), London. 230 p.
- Willmott, V., E. Domack, L. Padman and M. Canals. 2007. Glaciomarine sediment drifts from Gerlache Strait, Antarctic Peninsula: 67-84. In: Hambry, M., P. Christoffersen, N.F. Glasser and B. Hubbard (Eds.) Glacial sedimentary processes and products. IAS Special Publication. Blackwells, New York.

- Wishner, K., B. Selbel, C. Roman, C. Deutsch, D. Outram, C. Shaw, M. Birk, K. Mislán, T. Adams and S. Riley. 2018. Ocean deoxygenation and zooplankton: Very small oxygen differences matter. *Sci. Adv.*, 4: 1-8.
- Yang, G., C. Li, Y. Wang, and Y. Zhang. 2016. Vertical profiles of zooplankton community structure in Prydz Bay, Antarctica, during the austral summer of 2012/2013. *Polar. Biol.*, 40: 1101-1114.
- Zhou, M., P. Niiler and J. Hu. 2002. Surface currents in the Bransfield and Gerlache Straits, Antarctica. *Deep-Sea. Res. PT. I.*, 49: 267-280.
- Zmijewska, M. and J. Yen. 1993. Seasonal and diel changes in the abundance and vertical distribution of the Antarctic copepod species *Calanoides acutus*, *Calanus propinquus*, *Rhincalanus gigas*, *Metridia gerlachei* and *Euchaeta antarctica* (Calanoida) in Croker Passage (Antarctic Peninsula). *Oceanologia*, 35: 101-127.

RECIBIDO/RECEIVED: 21/09/2019

ACEPTADO/ACCEPTED: 26/11/2020