

Caracterización ecológica de las comunidades planctónicas en tres fiordos interiores occidentales del Campo de Hielo Patagónico Sur

Ecological characterisation of planktonic communities in three western fjords of the Southern Patagonian Ice Field

Raúl Pereda¹, Daniel Pérez² & Felidor Paredes¹

Resumen

La información que provee este trabajo representa los primeros datos sobre la comunidad pelágica en los fiordos Témpano, Bernardo y Ofhidro, contribuyendo al conocimiento ecológico de fito y zooplancton y que son de gran importancia para el ecosistema costero frío del campo de hielo patagónico occidental. Por lo que el objetivo del presente estudio fue caracterizar la comunidad pelágica (fitoplancton y zooplancton) por medio de la determinación de su composición taxonómica, abundancia relativa, biodiversidad y distribución en tres fiordos dentro del Campo de Hielo Patagónico Sur: Témpano (48,72°S-74,04°O), Bernardo (48,57°S-73,93°O) y Ofhidro (48,40°S-73,84°O). En febrero de 2020 se realizó una expedición a bordo de la L/M AGÜILAF, durante la cual se recolectaron 18 muestras de fitoplancton y 18 de zooplancton. Se registró un total de 25 taxones de organismos pelágicos, 13 especies de fitoplancton y 12 taxones de zooplancton. En las muestras de fitoplancton, *Dinophysis* sp. fue la especie más frecuente registrándose en el 83% de aquéllas. En las muestras de zooplancton, el taxón holoplanctónico más frecuente fue Copepoda, el cual se registró en el 72% del total de aquéllas, y el taxón meroplanctónico más frecuente fue el de las larvas de cirrípedos (33%). La comunidad pelágica del fiordo Ofhidro se caracterizó por presentar los valores más altos de abundancia y biodiversidad tanto en fitoplancton (2.543 ± 1.603 cel. por lance; 13 especies) como en zooplancton (367 ± 17 ind. por lance; 12 taxones). Estos patrones son posiblemente organizados por la presencia de las descargas de agua dulce y de hielo

provenientes de los glaciares presentes en algunos fiordos investigados.

Palabras clave:

fitoplancton, zooplancton, progliaciar, biodiversidad.

Abstract

This study presents the first data on the pelagic communities of the fjords Témpano, Bernardo, and Ofhidro, and contributes to the ecological knowledge of phyto- and zooplankton, and that are of great importance to understand the cold-water coastal ecosystem occidental of patagonian ice field. Therefore, the objective of this study was to characterize the pelagic community (phytoplankton and zooplankton) by determining its taxonomic composition, relative abundance, biodiversity and distribution in three fjords within the patagonian ice field: Témpano (48.72°S-74.04°W), Bernardo (48.57°S-73.93°W) and Ofhidro (48.40°S-73.84°W). In February 2020 an expedition was carried out on board the L/M AGÜILAF, and during this expedition 18 phytoplankton and 18 zooplankton samples were collected. A total of 25 taxa of pelagic organisms, 13 phytoplankton

¹ Corporación Nacional Forestal (CONAF),
Caleta Tortel, Chile.
✉ raul.pereda@conaf.cl

² Laboratorio de Ecología Funcional,
Instituto de la Patagonia, Universidad de Magallanes,
Punta Arenas, Chile.

species and 12 zooplankton taxa were recorded. In the phytoplankton samples, *Dinophysis* sp. was the most frequent species, being recorded in 83% of the samples. In the zooplankton samples, the most frequent holoplanktonic taxa was Copepoda, which was recorded in 72% of the total samples, and the most frequent meroplanktonic taxa was the larvae of barnacles (33%). The pelagic community of the Ofhidro fjord was characterized by the highest values of abundance and biodiversity in both phytoplankton ($2,543 \pm 1,603$ cell per town; 13 species expected) and zooplankton (367 ± 17 ind. per town; 12 taxa expected). These patterns may be organized by the presence of freshwater and ice discharges from glaciers present in some investigated fjords.

Key words:

phytoplankton, zooplankton, proglacial, biodiversity.

INTRODUCCIÓN

Campo de hielo sur está ubicado geográficamente dentro de los límites del Parque Nacional Bernardo O'Higgins (PNBO), entre $47^{\circ}56'$ y $51^{\circ}36'$ de latitud Sur y $73^{\circ}04'$ y $75^{\circ}41'$ de longitud Oeste; fue creado mediante decreto supremo N°264 el 22 de julio de 1969 e incluye como parte del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) a sus respectivas porciones marinas (Ley N°19.300, Art. 36), por lo que es el Parque Nacional más grande de Chile. Además, este parque alberga un ecosistema de fiordos-canales altamente intrincado y geográficamente complejo. Dada las presencias de numerosos glaciares y ríos de origen glaciar, las aguas interiores del PNBO presentan una circulación de tipo estuarina (Pinochet & Salinas, 1996; Cáceres & Gudiño, 2009). De acuerdo a su origen y composición, las masas de agua adyacente se clasifican en Agua Subantártica Modificada, Agua Subantártica Ecuatorial Subsuperficial y Agua Estuarina (Sievers & Silva, 2006).

En estas aguas interiores las comunidades pelágicas (que en este trabajo incluyen al fitoplancton y zooplancton) han sido estudiadas en forma intermitente y esporádicamente en el tiempo, ya sea por medio de expediciones científicas internacionales (*e.g.* *HMS Challenger* (1873-1876), *R/V Hero 72-4b* (1972)), nacionales

(*e.g.* CIMAR-FIORDOS 2, 14 y 20) y, también, por estudios puntuales (*e.g.* Guzmán & Campodónico, 1972; Meerhoff *et al.* 2014, entre otros).

Uno de los estudios pioneros sobre las comunidades de fitoplancton en áreas cercanas fue realizado frente a Puerto Edén (Guzmán & Campodónico, 1972). Estos autores describieron que la composición taxonómica de la comunidad de fitoplancton está constituida por 53 especies fitoplanctónicas (37 especies de diatomeas, 15 de dinoflagelados y una de silicoflagelado). Posteriormente, Vera y colaboradores (1996), basados en muestras obtenidas durante la expedición CIMAR - FIORDO 2, señalan que la comunidad fitoplanctónica está conformada por 83 especies (59 especies de diatomeas, 23 de dinoflagelados y una de silicoflagelado). Avaria y colaboradores (1999) describen que la composición taxonómica de la comunidad de microfitoplancton está constituida por 77 especies (44 especies de diatomeas, 32 de dinoflagelados y una de silicoflagelado). La mayoría de ellas registradas previamente para las aguas en torno al PNBO.

En el caso de los estudios sobre zooplancton, Arcos (1974) menciona la presencia de cuatro especies de copépodos calanoideos obtenidos en muestras de la expedición *Hero*. Posteriormente, Avaria y colaboradores (1999), basado en muestras obtenidas en el crucero CIMAR-FIORDO 2, señala la presencia incidental de zooplancton en redes de fitoplancton. En este estudio describe la presencia de 11 grupos taxonómicos de zooplancton: copépodos calanoideos y harpacticóideos, estomatóforos, apendicularias, cladóceros, rotíferos y cinco tipos de formas larvales pertenecientes a decápodos, briozoos, cirripedios, bivalvos y equinodermos. Palma (2006) resume que para el área comprendida entre el golfo de Penas y el estrecho de Magallanes se registra un total de 9 especies de sifonóforos, 6 de quetognatos, 3 de cladóceros y 5 de eufáusidos (Landaeta *et al.* 2011; Mujica & Medina, 2000; Palma *et al.* 1999; Rosenberg & Palma, 2003).

En áreas periglaciares los registros de estos grupos son escasos, por lo que en este contexto, el estudio sobre los aspectos ecológicos de las comunidades planctónicas tales como la biodiversidad y distribución en las aguas adyacentes e interiores del PNBO y cercanas a áreas con aporte de aguas glaciares es un tema inconcluso y, dado el cambio climático, toma aun mayor relevancia para ser realizado.

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue caracterizar la comunidad pelágica (fitoplancton y zooplancton) por medio de la determinación de su composición taxonómica, abundancia relativa, distribución y biodiversidad en tres fiordos interiores occidentales del Campo de Hielo Patagónico Sur, dentro de los límites del Parque Nacional Bernardo O'Higgins, región de Aysén.

MATERIALES Y MÉTODO

Área de estudio

El área de estudio incluyó a tres fiordos interiores dentro de los límites del PNBO: Témpano (48,72°S-74,04°O), Bernardo (48,57°S-73,93°O) y Ofhidro (48,40°S-73,84°O). El fiordo Témpano es una cuenca marina tipo glaciar cuyo largo máximo es de 27 km, en su desembocadura llega a medir 4,3 km de ancho, en su sección media tiene un ancho de 1,1 km y en la sección final mide 1 km de ancho. El fiordo Bernardo también es una cuenca glaciar, tiene una longitud de 44,3 km, en la desembocadura alcanza 2,6 km de ancho, mientras

que en su sección media y terminal alcanza a medir 2,7 km y 2 km de ancho, respectivamente. Finalmente, el fiordo Ofhidro es una cuenca de tipo glaciofluvial y su longitud máxima es de 19 km, el ancho de la desembocadura es de 1 km, en su sección media tiene 1,5 km y en la sección terminal llega a medir 1,6 km de ancho. En términos batimétricos, el fiordo Témpano llega a tener una profundidad de 150 m, mientras que los fiordos Bernardo y Ofhidro alcanzan una profundidad aproximada de 120 y 125 m (Pereda, obs. pers.) respectivamente.

Trabajo de campo

Las muestras fueron obtenidas entre el 3 y 5 de febrero de 2020 durante una expedición a bordo de la L/M AGÜILAF en donde se visitaron los tres fiordos. En el transcurso de la expedición se recolectaron 18 muestras de fitoplancton y 18 muestras de zooplancton (36 en total), ambos sets de muestras se obtuvieron mediante redes de 250 μm y 500 μm tamaño de malla, respectivamente (Tabla 1; Fig. 1).

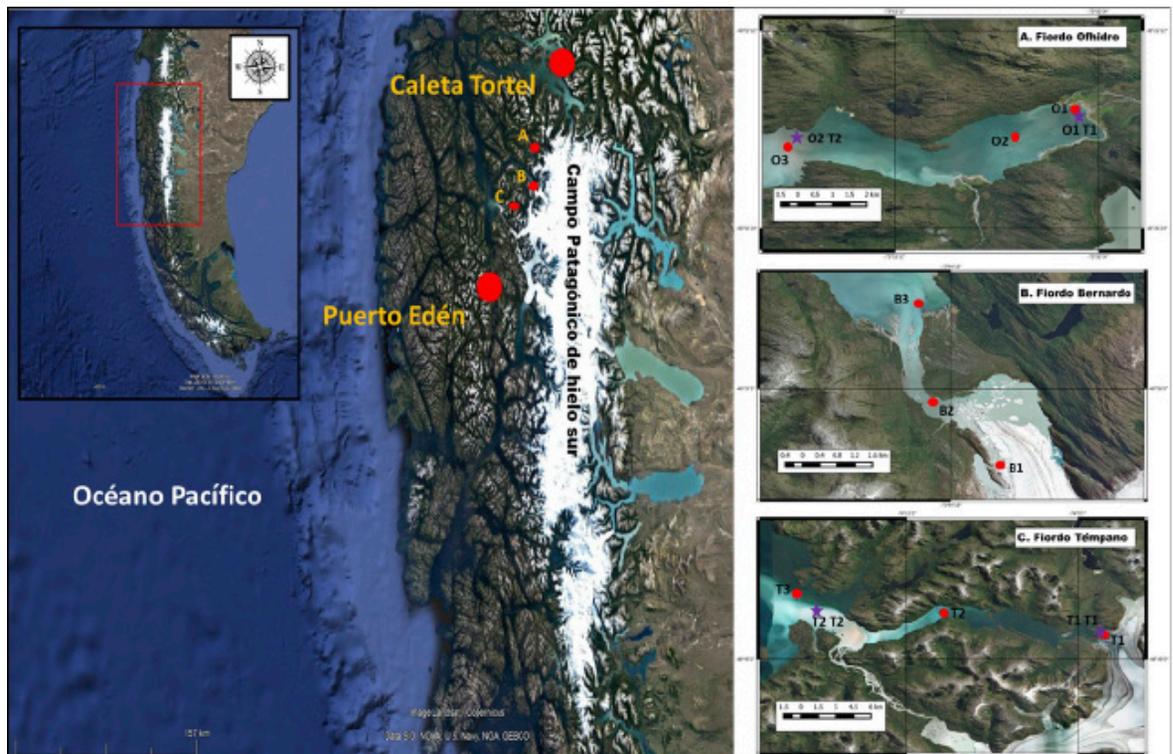


Fig. 1. Área, zonas de estudio y estaciones de muestreo.

Tabla 1. Lista de estaciones, posición geográfica y tipo de red obtenidos durante la expedición
(Z = Red de zooplancton, F = Red de fitoplancton).

Fecha (feb. 2020)	Fiordo	Área	Estación	Tipo de red	Latitud (°)	Longitud (°)	Profundidad (m)
3	Bernardo	Interior	B1	Z	-48,643207	-73,802461	0
3	Bernardo	Interior	B1	Z	-48,643207	-73,802461	10
3	Bernardo	Medio	B2	Z	-48,557708	-73,968547	0
3	Bernardo	Medio	B2	Z	-48,557708	-73,968547	10
3	Bernardo	Exterior	B3	Z	-48,585012	-73,924406	0
3	Bernardo	Exterior	B3	Z	-48,585012	-73,924406	10
4	Ofhidro	Interior	O1	Z	-48,523290	-73,801514	0
4	Ofhidro	Interior	O1	Z	-48,523290	-73,801514	10
4	Ofhidro	Medio	O2	Z	-48,408655	-73,872695	0
4	Ofhidro	Medio	O2	Z	-48,408655	-73,872695	10
4	Ofhidro	Exterior	O3	Z	-48,411262	-73,962368	0
4	Ofhidro	Exterior	O3	Z	-48,411262	-73,962368	10
5	Témpano	Interior	T1	Z	-48,722206	-73,971283	0
5	Témpano	Interior	T1	Z	-48,722206	-73,971283	10
5	Témpano	Medio	T2	Z	-48,698201	-74,158122	0
5	Témpano	Medio	T2	Z	-48,698201	-74,158122	10
5	Témpano	Exterior	T3	Z	-48,673971	-74,327330	0
5	Témpano	Exterior	T3	Z	-48,673971	-74,327330	10
3	Bernardo	Interior	B1	F	-48,643207	-73,802461	0
3	Bernardo	Interior	B1	F	-48,643207	-73,802461	10
3	Bernardo	Medio	B2	F	-48,557708	-73,968547	0
3	Bernardo	Medio	B2	F	-48,557708	-73,968547	10
3	Bernardo	Exterior	B3	F	-48,585012	-73,924406	0
3	Bernardo	Exterior	B3	F	-48,585012	-73,924406	10
4	Ofhidro	Interior	O1	F	-48,523290	-73,801514	0
4	Ofhidro	Interior	O1	F	-48,523290	-73,801514	10
4	Ofhidro	Medio	O2	F	-48,408655	-73,872695	0
4	Ofhidro	Medio	O2	F	-48,408655	-73,872695	10
4	Ofhidro	Exterior	O3	F	-48,411262	-73,962368	0
4	Ofhidro	Exterior	O3	F	-48,411262	-73,962368	10
5	Témpano	Interior	T1	F	-48,722206	-73,971283	0
5	Témpano	Interior	T1	F	-48,722206	-73,971283	10
5	Témpano	Medio	T2	F	-48,698201	-74,158122	0
5	Témpano	Medio	T2	F	-48,698201	-74,158122	10
5	Témpano	Exterior	T3	F	-48,673971	-74,327330	0
5	Témpano	Exterior	T3	F	-48,673971	-74,327330	10

En cada uno de los fiordos se realizaron tres estaciones (Estación 1: Interior; Estación 2: Medio y Estación 3: Exterior) (Fig. 1; Tabla 1). Por cada estación se recolectaron muestras de fito-zooplankton a una profundidad superficial (0 m) y a 10 m de profundidad. Seguidamente todas las muestras fueron fijadas con formalina al 5%, guardadas y etiquetadas en sus respectivos frascos de polietileno para su análisis en el laboratorio (Fig. 4).

Análisis de laboratorio

Todas las muestras fueron analizadas bajo el uso de un microscopio óptico binocular, se extrajo la tercera parte de la muestra total para su observación, con la utilización de un gotero se midió el volumen con una probeta (Woelfl *et al.* 2018). Posterior a la separación todos los organismos fueron identificados al nivel más bajo posible. Seguidamente, cada taxa fue contabilizado, en el caso del fitoplancton se obtuvo el número de células por lance, mientras que en el caso del zooplankton se obtuvo el número de individuos por lance.

Análisis de los datos

La abundancia relativa se determinó indirectamente usando la frecuencia de ocurrencia muestral, la cual calcula la cantidad de veces que un taxa ocurre en el total de muestras (N=18).

La biodiversidad se calculó usando curva de muestreo de rarefacción y extrapolación (R/E) basada en el tamaño de la muestra para la riqueza de especies que puede ser rarificada a tamaños de muestra más pequeños y/o extrapolada a un tamaño de muestra más grande, guiada por una estimación de la riqueza de especies asintóticas (Colwell *et al.* 2012). Estos cálculos se realizaron por medio del software EstimateS 9.0 (Colwell, 2017).

El patrón de distribución se determinó usando análisis multivariado de ordenación y clasificación. Para ello los datos número de individuos (número de células en el caso del fitoplancton) se transformaron a presencia ausencia (1 y 0) y se utilizó el índice de similitud de Jaccard (Magurran, 1988). El resultado del análisis de similitud se representó mediante un escalamiento multidimensional no métrico nMDS. Estos análisis se realizaron mediante el programa PRIMER-v6 (Plymouth, UK, Clarke & Gorley,

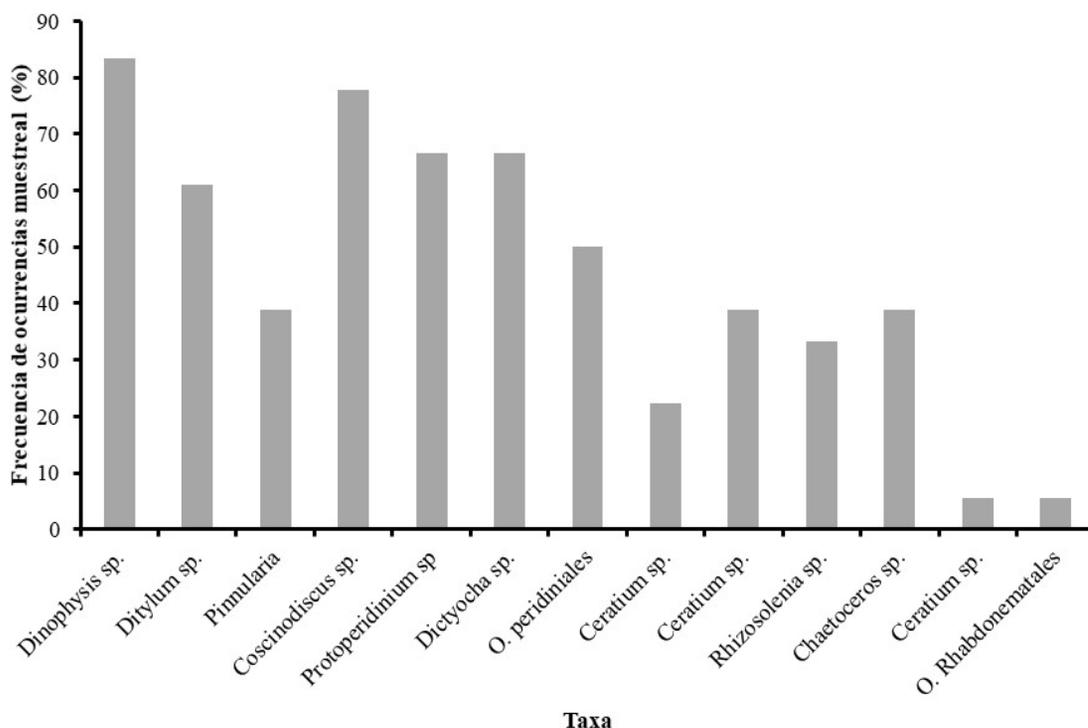


Fig. 2. Composición taxonómica y frecuencia relativa por especie de fitoplancton.

2006). Debido a bajo número de individuos, las muestras de fiordo Bernardo fueron excluidas de este análisis.

RESULTADOS

Fitoplancton

En total se registraron 13 especies de fitoplancton, en donde *Dinophysis* sp. fue la especie más frecuente, registrándose en el 83% de las muestras; seguida por *Coscinodiscus* sp. con 78%, *Protoperidinium* sp. y *Dictyocha* sp. con 67% y *Ditylum* sp. con 61%. Las restantes ocho especies presentaron porcentajes inferiores al 50% (Fig. 2).

El fiordo Ofhidro presentó el promedio de abundancia más alto por lance (2.543,3 ± 1.603), seguido por el fiordo Témpano (1.562,3 ± 644), mientras que el fiordo Bernardo presentó el valor promedio más bajo (188,3 ± 229). En el fiordo Témpano los mayores valores de abundancia se registraron a 10 m de profundidad, mientras en el fiordo Ofhidro sólo la estación intermedia siguió ese patrón, en las estaciones del interior y exterior, las muestras de la superficie presentaron los mayores valores de abundancia respecto a las de 10 m de profundidad (Fig. 3). En el caso del fiordo Bernardo, el escaso número de células no permitió

esta comparación.

Concerniente a la biodiversidad, el fiordo Ofhidro presentó el mayor número de especies esperadas (12,21 ± 0,63), seguido por el fiordo Témpano (11,21 ± 0,37) y el fiordo Bernardo presentó el menor número de especies esperadas (Fig. 5). En relación a la distribución espacial del fitoplancton, el análisis de similitud y consecuente nMDS no mostró agrupaciones claramente definidas (Fig. 6).

Zooplancton

En total se registraron 12 taxa de zooplancton: 5 taxa pertenecientes al holoplancton, 5 correspondieron al grupo del meroplancton y 2 pertenecientes a los gelatinoplancton. En el caso del holoplancton, el taxa más frecuente fue *Copepoda* registrándose en el 72% de las muestras, seguido por Cladoceros (67%) y Appendicularia (56%). En el caso del meroplancton, las larvas de cirripedios fueron las más frecuentes (33%), seguidas por las larvas de artrópoda (11%), las larvas zoea, brachyura y pluteus presentaron un 6% cada una. Para el caso del gelatinoplancton, las hidromedusas presentaron una frecuencia de 33% del total de muestras, seguidas por los siphonophoros con 6% (Fig. 7).

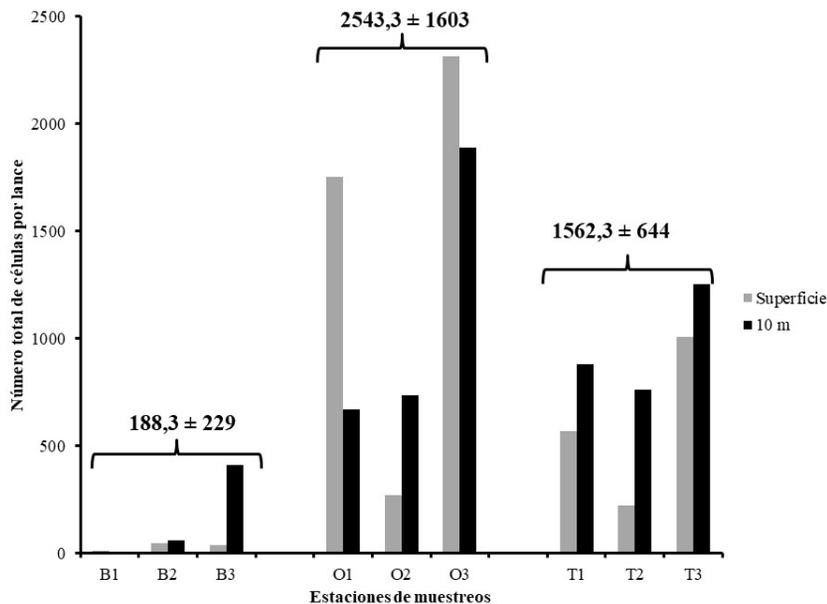


Fig. 3. Abundancia por localidad de muestreo fiordo Bernardo (B), fiordo Ofhidro (O) y fiordo Témpano (T). Valores sobre las columnas indican el promedio y su desviación estándar.

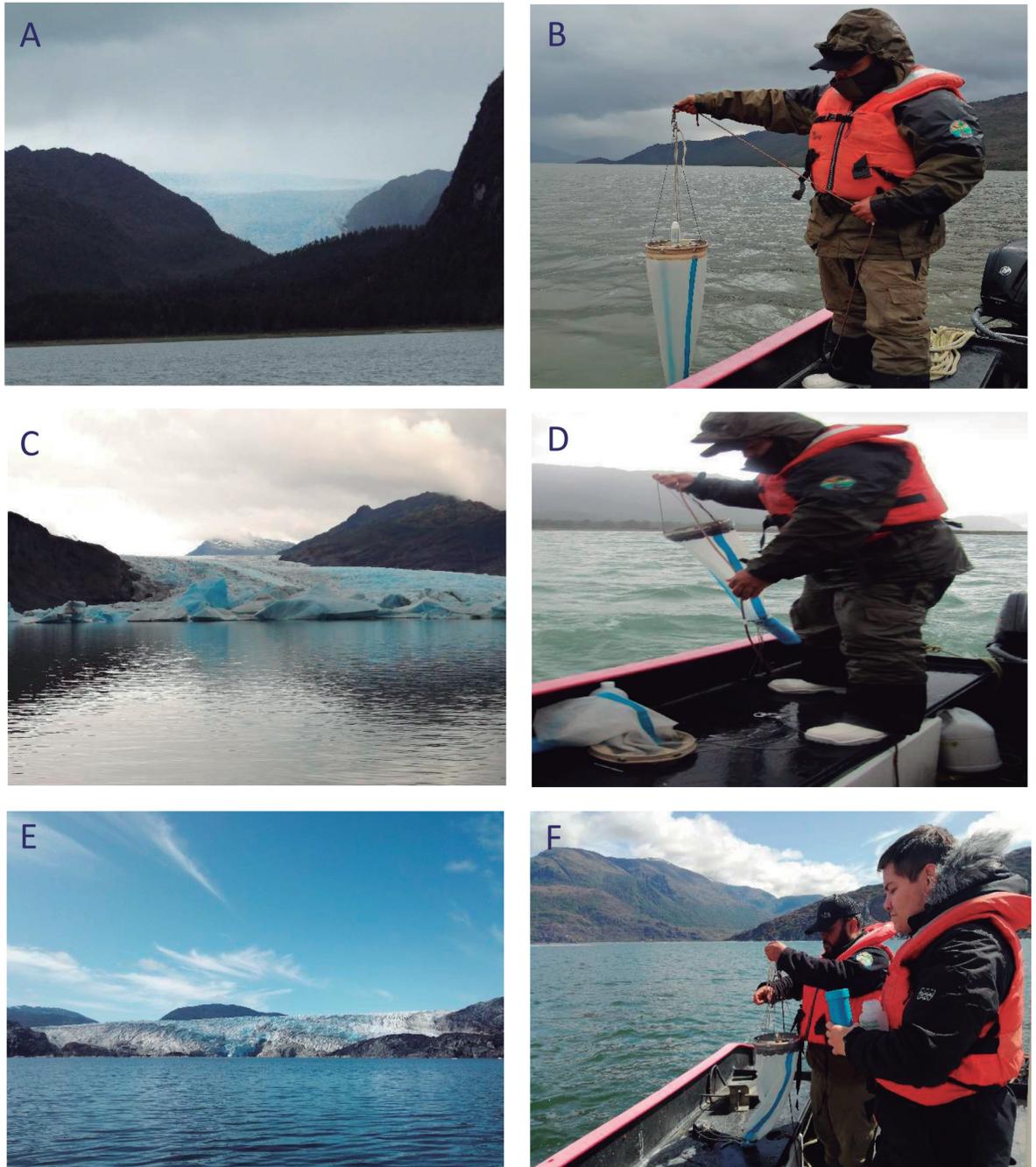


Fig. 4. Áreas de monitoreo y trabajo de campo, fiordo Ofhidro (A y B), fiordo Bernardo (C y D), fiordo Témpanos (E y F).

El fiordo Ofhidro presentó el valor de abundancia promedio más alto (367 ± 17 ind. por lance) en comparación con el fiordo Témpano (260 ± 61) y el fiordo Bernardo (44 ± 24). En la estación intermedia y exterior del fiordo Ofhidro, los mayores valores de abundancia se presentaron en la muestra

de 10 m, mientras que en las estaciones interiores del fiordo el mayor valor se registró en las muestras de la superficie. Las estaciones del fiordo Témpano siguieron el mismo patrón que las del fiordo Ofhidro (Fig. 8). En el caso del fiordo Bernardo, el escaso número de individuos no permitió esta comparación.

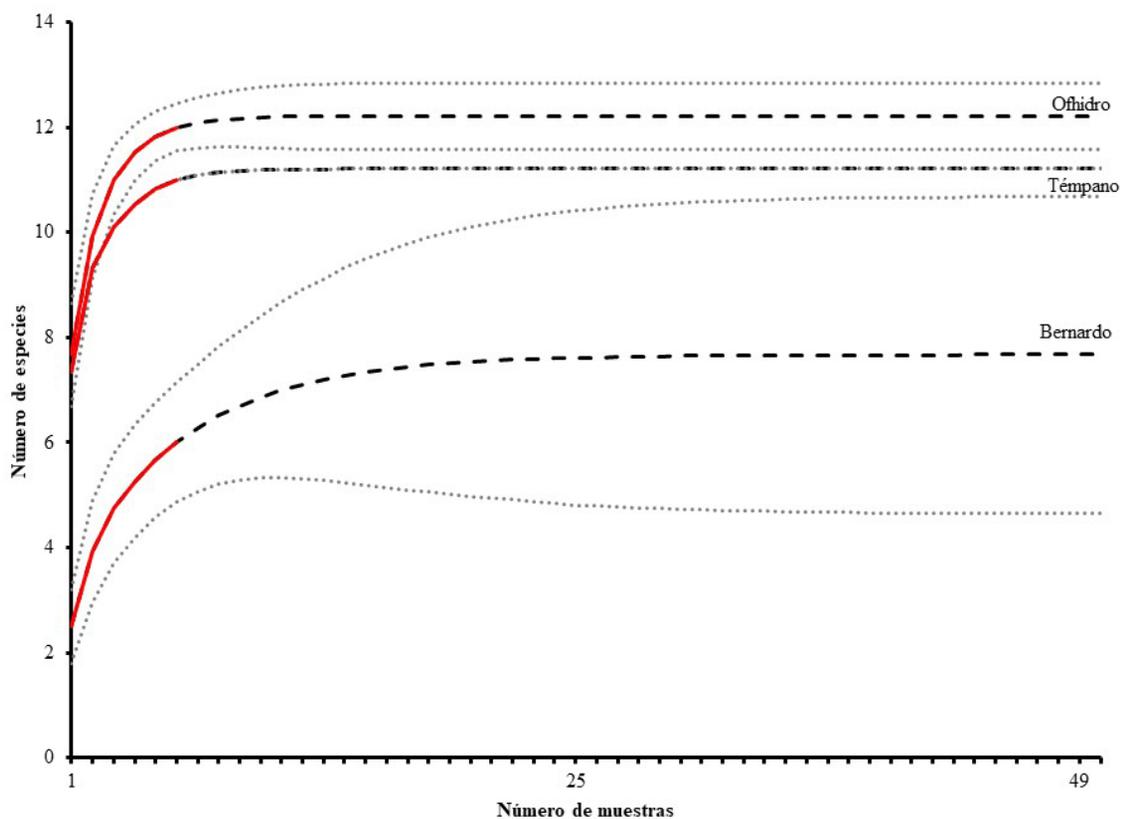


Fig. 5. Número de especies esperado; en línea roja número de muestras observado (N= 6 por fiordo), línea entrecortada corresponde a los valores de especies extrapoladas a 50 muestras y línea punteada desviación estándar.

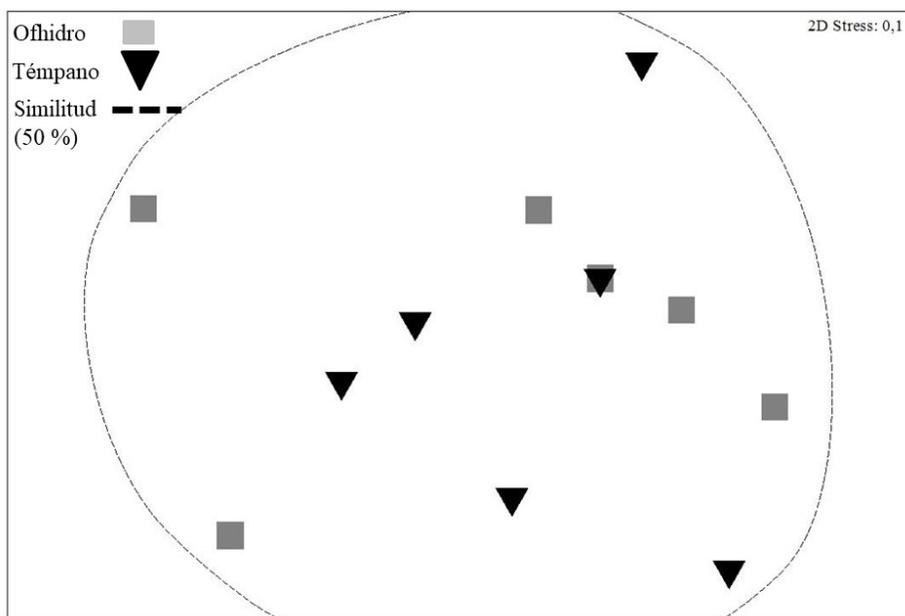


Fig. 6. Escalamiento multidimensional basado en datos de presencia ausencia de valores de fitoplancton. La línea entrecortada corresponde al 50% de similitud.

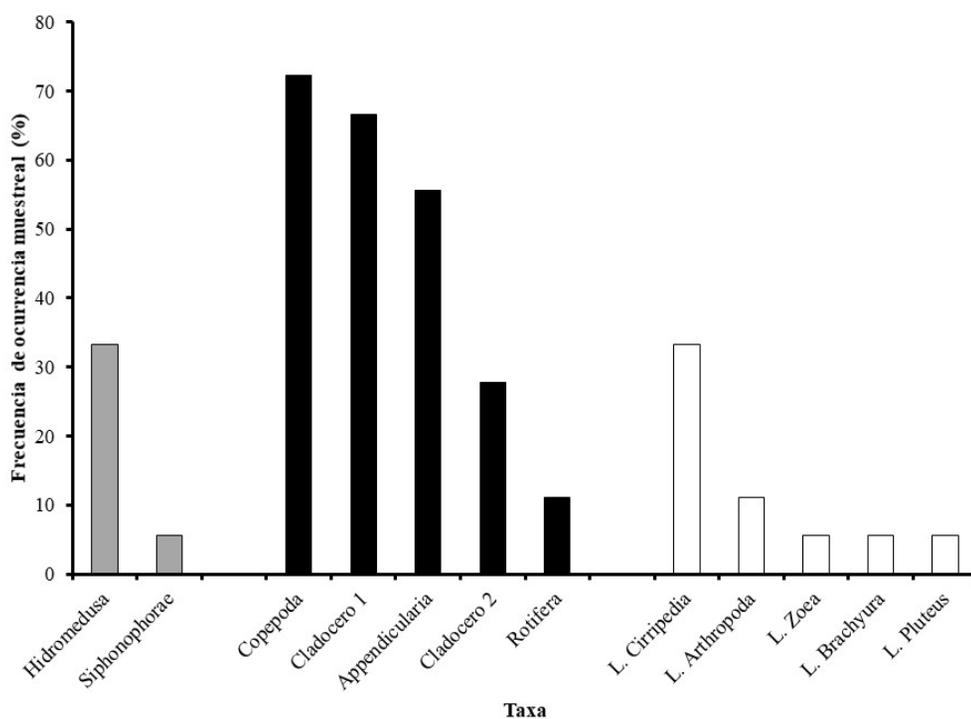


Fig. 7. Composición taxonómica de la comunidad zooplantónica registrada y frecuencia relativa por taxa (N= 12).

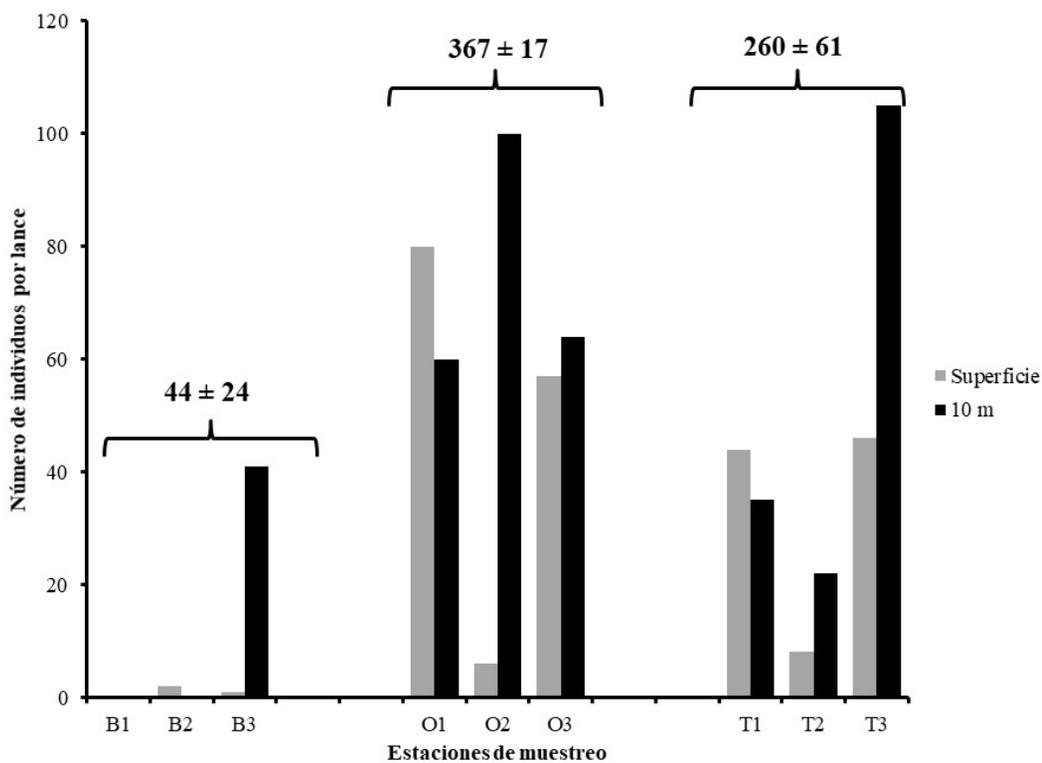


Fig. 8. Abundancia por estaciones de muestreo fiordo Bernardo (B), fiordo Ofhidro (O) y fiordo Témpano (T). Valores sobre las columnas indican el promedio y su desviación estándar.

Concerniente a la biodiversidad, el fiordo Ofhidro presenta el mayor número de especies esperado (12), seguido por el fiordo Témpano, mientras que el fiordo Bernardo presentó el menor número de taxa esperado (Fig. 9).

El análisis de similitud y consecuente nMDS no mostró agrupaciones claramente definidas. Por lo que las muestras representarían una sola comunidad (Fig. 10).

DISCUSIÓN

El PNBO, y en lo específico el territorio que compone campo de hielo sur, es considerado como una de las áreas con menor impacto humano (Sanderson *et al.* 2002), conservándose consecuentemente en un estado inalterado (Inostroza *et al.* 2016). Las aguas adyacentes e interiores a este parque no son una excepción, debido a que presentan sólo dos centros humanos en sus cercanías, los que son de muy baja densidad poblacional y con un impacto por parte de la pesquería artesanal más bien focalizado. En el contexto de los fiordos y canales chilenos, estas aguas presentan la menor prospección científica. De hecho, la información que provee este trabajo representa los primeros datos sobre la comunidad pelágica en los fiordos Témpano, Bernardo y Ofhidro.

Concerniente a la composición taxonómica de la comunidad pelágica presente en el área de estudio, ésta presentó una alta similitud con la composición taxonómica descrita para las aguas adyacentes al PNBO (Avaria *et al.* 1999; Guzmán & Campodónico, 1972; Vera *et al.* 1996). En el caso del zooplancton, la presencia de los copépodos como grupo dominante en el holoplancton y las larvas de cirripedios como grupo dominante en el meroplancton coincide con lo registrado por otras investigaciones para la zona cercana al PNBO (Palma *et al.* 1999; Meerhoff *et al.* 2014).

Por otro lado, la comunidad pelágica del fiordo Ofhidro presentó los mayores valores de abundancia y biodiversidad tanto en fitoplancton como en el zooplancton. El fiordo Témpano presentó valores de abundancia y biodiversidad intermedios, mientras que la comunidad pelágica del fiordo Bernardo se caracterizó por presentar los valores más bajos de abundancia y biodiversidad

tanto en fitoplancton como zooplancton (Figs. 3 y 7). Este patrón de abundancia y biodiversidad se podría deber a las características glaciares de cada uno de los fiordos. En el caso de Ofhidro, es un fiordo de características glaciofluviales (es decir, en la parte terminal existe la presencia de ríos y el glaciar ha retrocedido por lo cual no tiene contacto con el agua del fiordo); por el contrario, los fiordos Témpano y Bernardo son de características glaciares (es decir, presentan un glaciar activo en su sección terminal). Esta diferencia estructural determina fuertemente las características oceanográficas de las aguas del fiordo, ya que uno de tipo glaciofluvial presenta una mayor tasa de sedimentación que otro de tipo glaciar (Hodson *et al.* 1997; Landaeta *et al.* 2012).

La distribución vertical de la comunidad pelágica presentó una alta heterogeneidad entre los fiordos y entre dos estratos de profundidad. En el caso del fitoplancton en el fiordo Ofhidro, la concentración celular fue mayor en las muestras de superficie que en la de 10 metros de profundidad tanto en las estaciones interior como exterior. Inversamente en el fiordo Témpano, las mayores abundancias fueron siempre en las muestras de 10 metros de profundidad (Fig. 3). Esto se puede deber a la presencia de hielo y descargas de agua dulce, las cuales producen la típica capa de agua estuarina de baja temperatura y salinidad disminuyendo la concentración fitoplancton de la superficie. En el caso del zooplancton, las muestras superficiales del interior en los fiordos Ofhidro y Témpano presentaron las mayores abundancias. Un patrón inverso se presentó entre las estaciones intermedia y exterior de ambos fiordos (Fig. 7). Este patrón heterogéneo puede ser explicado por la presencia de la alta dinámica oceanográfica, la profundidad de la picnoclina, las descargas de agua dulce por ríos o la cantidad de hielo que descarga el glaciar (Hodson *et al.* 1997; Landaeta *et al.* 2012; Meerhoff *et al.* 2014).

Debido a la escasa información particular respecto a glaciares de marea se ha tomado en consideración los resultados expuestos por Pineda-Metz, S.E.A., & Montiel (2021), los que, aunque fueron obtenidos en una latitud mayor y enfocados en el meroplancton, presentan importantes apreciaciones en términos de la abundancia y diferencias en su composición, guardando

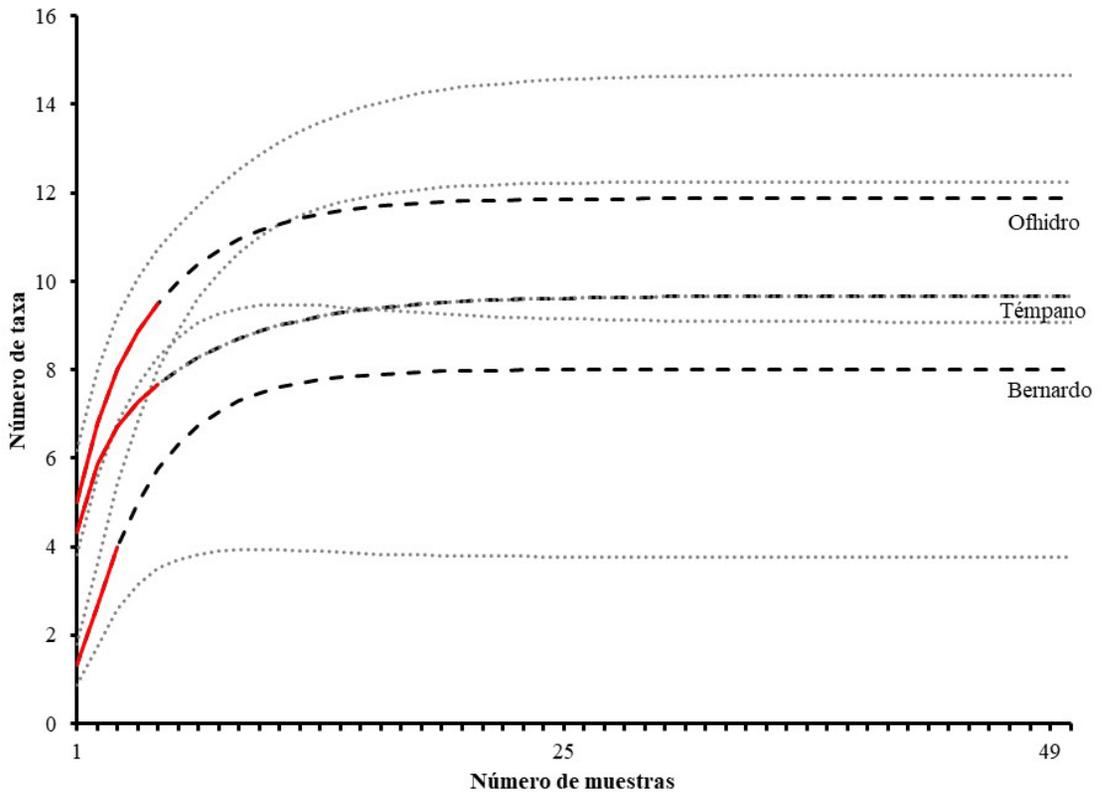


Fig. 9. Número de especies esperado; en línea roja número de muestras observado (N= 6 por fiordo), línea entrecortada corresponde a los valores de especies extrapoladas a 50 muestras y línea punteada desviación estándar.

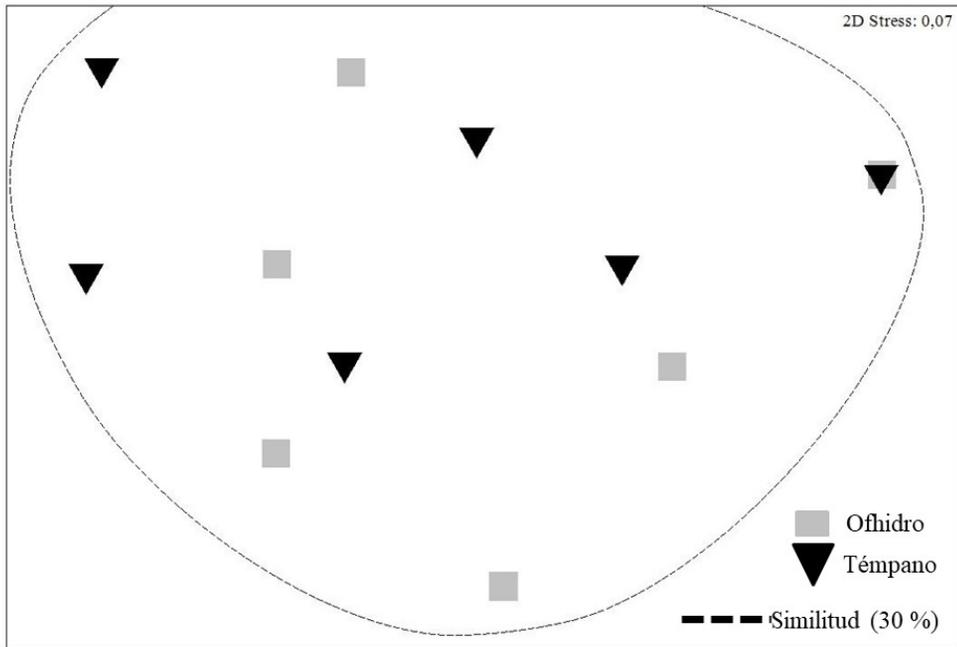


Fig. 10. Escalamiento multidimensional basado en datos de presencia ausencia de valores de zooplancton. La línea entrecortada corresponde al 30% de similitud.

éstas directas relaciones con la estacionalidad y variabilidad ambiental del área monitoreada.

Esto nos hace plantear como meta a futuro trabajar en la posibilidad de correlacionar los registros obtenidos en términos de la composición de fitoplancton y zooplancton con las variables ambientales propias del Campo de Hielo Patagónico Sur, que es nuestra área de estudio.

Finalmente, este trabajo contribuye al conocimiento de estas comunidades escasamente estudiadas y que son de gran interés para la conservación y manejo de estos ecosistemas costeros fríos adyacentes e interiores del PNBO.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es la primera contribución en el marco del convenio de cooperación CONAF Región de Aysén – Universidad de Magallanes (Res. 150/SU/2020).

LITERATURA CITADA

- Avaria, S., Jorquera, L., Muñoz, P., & Vera, P. (1999). Distribución del microfitoplancton marino en la zona de aguas interiores comprendidas entre el golfo de Penas y el estrecho de Magallanes, Chile, en la primavera de 1996 (Crucero Cimar-Fiordo 2). *Ciencia y Tecnología del Mar*, 22, 81-110.
- Arcos R., 1974. - Los Copépodos calanoideos colectados en la región Magallánica por la expedición Hero 72-4 b.. *Boln Soc. Biol. Concepción*, 47: 215-225
- Cáceres, M.A., & Gudiño, V. (2009). Vertical Distribution of Temperature and Salinity between Penas Gulf and Concepción Channel. Preliminary Report of CIMAR-Fjords 14. Comité Oceanográfico Nacional, pp. 21-44.
- Clarke, K. R., Clarke, K. R., Gorley, K. N., Clarke, K., & Gorley, R. (2006). PRIMER v6: user manual/tutorial (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research). PRIMER-E, Plymouth.
- Colwell, R. K. (2017). EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from simples, version 9.0 <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Colwell, R. K., Chao, A., Gotelli, N. J., Lin, S. Y., Mao, C. X., Chazdon, R. L., & Longino, J. T. (2012). Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *Journal of plant ecology*, 5(1), 3-21.
- Guzmán, L., & Campodónico, I. (1972). Fitoplancton de red en Puerto Edén, Chile (26 de marzo al 2 de abril de 1971). *Anales del Instituto de la Patagonia, Punta Arenas (Chile)*, Vol. III, N° 1 – 2, 1972.
- Hodson, A. J., Tranter, M., Dowdeswell, J. A., Gurnell, A. M., & Hagen, J. O. (1997). Glacier thermal regime and suspended-sediment yield: a comparison of two high-Arctic glaciers. *Annals of Glaciology*, 24, 32-37.
- Inostroza, L., Zasada, I., & König, H. J. (2016). Last of the wild revisited: assessing spatial patterns of human impact on landscapes in Southern Patagonia, Chile. *Regional Environmental Change*, 16(7), 2071-2085.
- Landaeta, M. F., Bustos, C. A., Palacios-Fuentes, P., Rojas, P., & Balbontín, F. (2011). Distribución del ictioplancton en la Patagonia austral de Chile: potenciales efectos del deshielo de Campos de Hielo Sur. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 39(2), 236-249.
- Landaeta, M. F., López, G., Suárez-Donoso, N., Bustos, C. A., & Balbontín, F. (2012). Larval fish distribution, growth and feeding in Patagonian fjords: potential effects of freshwater discharge. *Environmental Biology of Fishes*, 93(1), 73-87.
- Magurran, A. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press.
- Meerhoff, E., Tapia, F. J., & Castro, L. R. (2014). Spatial structure of the meroplankton community along a Patagonian fjord—The role of changing freshwater inputs. *Progress in oceanography*, 129, 125-135.
- Ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, Artículo N°36, marzo 1994.
- Mujica, A., & Medina, M. (2000). Distribución

- y abundancia de larvas de crustáceos decápodos en el zooplancton de los canales australes. Proyecto Cimar-Fiordo 2. *Ciencia y Tecnología del Mar*, 23, 49-68.
- Palma, S., R. Ulloa & L. Linacre. 1999. Sifonóforos, quetognatos y eufáusidos de los canales australes entre el golfo de Penas y estrecho de Magallanes. *Cienc. Tecnol. Mar*, 22: 111-142.
- Palma, S. (2006). Distribución y abundancia de zooplancton en canales y fiordos australes. En N. Silva & S. Palma (Eds.), *Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos* (pp. 107-113). Valparaíso: Comité Oceanográfico Nacional-Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Pineda-Metz, S.E.A., & Montiel, A. (2021). Seasonal dynamics of meroplankton in a sub-Antarctic fjord (Southern Patagonia, Chile). *Polar Biol.* 44, 875-886. <https://doi.org/10.1007/s00300-021-02823-6>.
- Pinochet, P., & Salinas, S. (1996). Estructura térmica y salina de fiordos y canales adyacentes a Campos de Hielo Sur. *Ciencia y Tecnología del Mar*, 19, 93-122.
- Rosenberg, P., & Palma, S. (2003). Cladóceros de los fiordos y canales patagónicos localizados entre el golfo de Penas y el estrecho de Magallanes. *Investigaciones marinas*, 31(1), 15-24.
- Sanderson, E. W., Jaiteh, M., Levy, M. A., Redford, K. H., Wannebo, A. V., & Woolmer, G. (2002). The human footprint and the last of the wild: the human footprint is a global map of human influence on the land surface, which suggests that human beings are stewards of nature, whether we like it or not. *BioScience*, 52(10), 891-904.
- Sievers, H. A., & Silva, N. (2006). Masas de agua y circulación en los canales y fiordos australes. En N. Silva & S. Palma (Eds.), *Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos* (pp. 53-58). Valparaíso: Comité Oceanográfico Nacional-Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Vera, P., Avaria, S., & Muñoz, P. (1996). Composición y distribución del fitoplancton de los fiordos adyacentes a Campos de Hielo Sur y su relación con algunos parámetros oceanográficos. *Ciencia y Tecnología del Mar*, 19, 73-92.
- Woelfl, S., Caputo, L., García-Chicote, J. & de Los Ríos, P. (2018). Manuales para la bioindicación: Zooplancton. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile: Edición Manuales Sociedad Chilena de Limnología 1, 45.