2024

Informe de
INVESTIGACIÓN
092-24
*NO-2024-106551423-APN-DNI#INIDEP*
*30/09/2024*

# Composición, distribución y abundancia de la comunidad zooplanctónica en la región norpatagónica durante la primavera de 2022

Carla Derisio

**Dirección:** Dirección de Pesquerías de Invertebrados y Ambiente Marino
**Área:** Gabinete de Zooplancton

*Citar como:*
*Derisio C. 2024. Composición, distribución y abundancia de la comunidad zooplanctónica en la región norpatagónica durante la primavera de 2022. Inf Investigación INIDEP Nº 092/24, 15 pp.*

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

INIDEP
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO PESQUERO

# Composición, distribución y abundancia de la comunidad zooplanctónica en la región norpatagónica durante la primavera de 2022

Carla Derisio[1]

[1]Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

## Resumen

Se analizó la composición, distribución y abundancia del micro, meso y macrozooplancton en la región Norpatagónica (42,5-47,3° S) durante la primavera de 2022. Este trabajo se llevó a cabo bajo la iniciativa Pampa Azul Golfo San Jorge (GSJ), con la realización de una campaña de investigación en noviembre/diciembre de 2022 a bordo del BIPO Mar Argentino (MA-2022/18). Se contó con datos de temperatura y salinidad de superficie y fondo para caracterizar el ambiente físico y con muestras de zooplancton (N=106) en dos profundidades (Multired equipada con mallas de 67 y 300 µm). Con las variables oceanográficas se observó la presencia de los dos sistemas frontales que caracterizan al área de estudio y la comunidad zooplanctónica estuvo relacionada con estos. Se registraron altas abundancias de estadios inmaduros principalmente de copépodos y eufaúsidos en casi toda el área de estudio indicando una alta actividad reproductiva. Los adultos de copépodos más abundantes, como *Oithona helgolandica*, *Ctenocalanus vanus* y *Acartia tonsa*, así como los anfípodos hipéridos, presentaron una amplia distribución. Los copépodos herbívoros, *Calanoides carinatus*, *Clausocalanus brevipes* y *Calanus australis*, y los cladóceros estuvieron mejor representados en relación con el sistema frontal Norpatagónico, en cercanías de Península Valdés; mientras que los juveniles y adultos de eufaúsidos, larvas de munida y quetognatos estuvieron mejor representados hacia el GSJ. Los resultados obtenidos demuestran la importancia de la formación de los sistemas frontales en la reproducción y desarrollo de varios grupos zooplanctónicos que son importantes presas para los niveles tróficos superiores, incluyendo a las larvas de especies de interés comercial.

**Palabras Clave**

zooplancton, sistemas frontales, Golfo San Jorge

## Introducción

La región Norpatagónica (41-48° S) se caracteriza por presentar alta producción biológica en primavera-verano debido a la formación de dos sistemas frontales: el sistema frontal de mareas Norpatagónico (SFNP) que comprende principalmente desde Península Valdés hasta el norte del Golfo San Jorge (GSJ) (Sabatini 2004) y el sistema frontal termo-halino del GSJ (SFSJ) que se localiza al sur de dicho golfo (Akselman 1996; Louge et al. 2011). El SFNP se forma a comienzos de primavera, cuando se desarrolla la termoclina, persistiendo hasta el otoño y sus máximos gradientes de temperatura se observan en verano. La turbulencia generada por las grandes corrientes de marea en la región homogeniza las aguas costeras poco profundas separándose así de las aguas profundas más estratificadas (Sabatini y Martos 2002; Sabatini 2004; Bogazzi et al. 2005). El SFSJ es un sistema salino permanente que durante primavera-verano se convierte en un sistema termo-halino. En esta época del año, este sistema representa la transición entre aguas costeras frías, de baja salinidad y homogéneas que vienen desde el sur y aguas estratificadas más salinas de plataforma continental (Sabatini 2004; Bogazzi et al. 2005).

Estos sistemas frontales se caracterizan por promover la producción planctónica, convirtiéndose en importantes áreas de concentración, desarrollo y retención de organismos planctónicos, como el fitoplancton y el zooplancton (ej. Carreto et al. 1986; Sabatini y Martos 2002; Álvarez-Colombo et al. 2011; Derisio et al. 2014; Segura y Silva 2017; Segura et al. 2018), y son importantes áreas de alimentación, desove y cría de varias especies de interés comercial como la merluza (*Merluccius hubbsi*), la anchoíta patagónica (*Engraulis anchoíta*), el calamar (*Illex argentinus*) y el langostino (*Pleoticus muelleri*) (Allega et al. 2020). Estas especies se alimentan de diferentes grupos zooplanctónicos al menos en algún estadio de desarrollo, principalmente cuando son inmaduros (ej.

Viñas y Ramírez 1996; Ivanovic 2010; Temperoni y Viñas 2013; Belleggia et al. 2019; López et al. 2023), por lo que la composición, distribución y disponibilidad zooplactónica en el área Norpatagónica influirá ampliamente en el desarrollo de estas poblaciones.

Por este motivo, el objetivo de este trabajo fue determinar, para la primavera del 2022, la composición, distribución y abundancia de las diferentes fracciones de tamaño del zooplancton (micro, meso y macrozooplancton) del sector Norpatagónico en dos estratos de profundidad. El muestreo estratificado es importante para saber dónde preferentemente se encuentras los diferentes grupos zooplanctónicos y cuanto puede influir la presencia de una termoclina estacional en su distribución vertical. Cabe destacar que esta campaña fue la primera en realizarse incluyendo aguas someras del GSJ, ya que hasta el momento la información en este período y sector solo abarcaba aguas de plataforma. Este informe se enmarca dentro de la Iniciativa Pampa Azul, y como parte de las actividades previstas en el Programa de Monitoreo y Estudio del GSJ.

## Materiales y métodos

### 1.1. Toma de muestras

En el marco de la iniciativa Pampa Azul GSJ se realizó, en dos etapas, una campaña de investigación (MA-2022/18) en primavera tardía (fin de noviembre-principios de diciembre de 2022) a bordo del Buque de Investigación del INIDEP BIPO Mar Argentino. Durante la segunda etapa que se llevó a cabo del 23 de noviembre al 6 de diciembre, se realizaron un total de 59 estaciones oceanográficas con Roseta/CTD (Figura 1). En cada estación se tomaron mediciones de presión, temperatura y conductividad con un CTD marca Sea Bird, modelo SBE 25 plus, SN 09P8073-0359, provisto de un juego de sensores de temperatura y conductividad (Temperature SN 6604; conductivity SN 5065). Para la determinación del zooplancton, se colectaron 106 muestras de plancton dispuestas en 27 estaciones, de las que 23 coincidieron con estaciones oceanográficas (Figura 1).

Para el muestreo de zooplancton se utilizó una Multired equipada con dos redes de 67 µm y dos de 300 µm. Se realizaron arrastres oblicuos para integrar la columna de agua en dos estratos de profundidad, durante el descenso con las primeras dos redes de 67 µm y durante el virado desde las proximidades del fondo hasta la superficie con las redes de 300 µm. Las maniobras de arriado se realizaron a una velocidad media de 2 nudos, mientras que las de virado tuvieron una velocidad media de 2,7 nudos. Las estaciones se realizaron principalmente en horarios diurnos, aunque el rango horario fue muy amplio a lo largo de toda la campaña, realizándose entre las 9 de la mañana y la 1 de la madrugada. Los estratos de profundidad de cada red se realizaron utilizando el siguiente criterio: 1) el nivel superior ("superficie") abarcó desde la superficie hasta la base inferior de la termoclina, incluyendo la misma; 2) el nivel inferior ("fondo") se realizó por debajo de la termoclina hasta la máxima profundidad posible; 3) en caso de que la columna de agua haya presentado un perfil homogéneo, el nivel de corte estuvo definido como la mitad de la profundidad total. Todas las redes estuvieron asociadas a un flujómetro para la medición del volumen filtrado. Las muestras fueron fijadas en formol diluido al 5% en agua de mar.

### 1.2. Observación y análisis de datos

Con los datos oceanográficos, suministrados por el Gabinete de Oceanografía Física del INIDEP[1], se caracterizó el ambiente físico del área de estudio, visualizando y graficando las isolíneas de temperatura y salinidad de superficie y fondo.

Las muestras de zooplancton, provenientes de los dos diferentes tamaños de malla, fueron examinadas bajo lupa binocular y microscopio óptico. Se identificaron los componentes dentro de las

[1] Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero: Gabinete de Oceanografía Física - Base Regional de Datos Oceanográficos (BaRDO). https://www.argentina.gob.ar/inidep. Ministerio de Agroindustria, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de la Nación. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. Paseo Victoria Ocampo Nº1, Mar del Plata, Bs. As. Argentina.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

diferentes fracciones de tamaño del zooplancton (micro: <1 mm; meso: ~ entre 1 y 2 mm; y macrozooplancton: >>2 mm), llegando hasta nivel especie en la mayoría de los grupos estudiados, principalmente en sus estadios adultos. Para obtener los datos de abundancia se efectuaron conteos mediante la extracción de alícuotas cuya proporción dependió de la densidad numérica de los organismos en la muestra y se calculó la abundancia numérica, a partir del dato de volumen filtrado, como individuos por metro cúbico (ind $m^{-3}$) para todos los organismos zooplanctónicos, menos las hidromedusas y los ctenóforos. Dentro de cada fracción de tamaño se calculó el valor de abundancia media en ind $m^{-3}$ (x) y su desvío estándar (d.e.) de todos los grupos/especies. Para los más abundantes se graficó y analizó el patrón de distribución de sus abundancias en la horizontal en los dos estratos de profundidad. Para presentar estos datos se definieron clases de abundancia para cada grupo, calculando los cuartiles, los valores extremos y/o *outliers*, los cuales se graficaron utilizando la herramienta *Classed Post* del *software* Surfer.

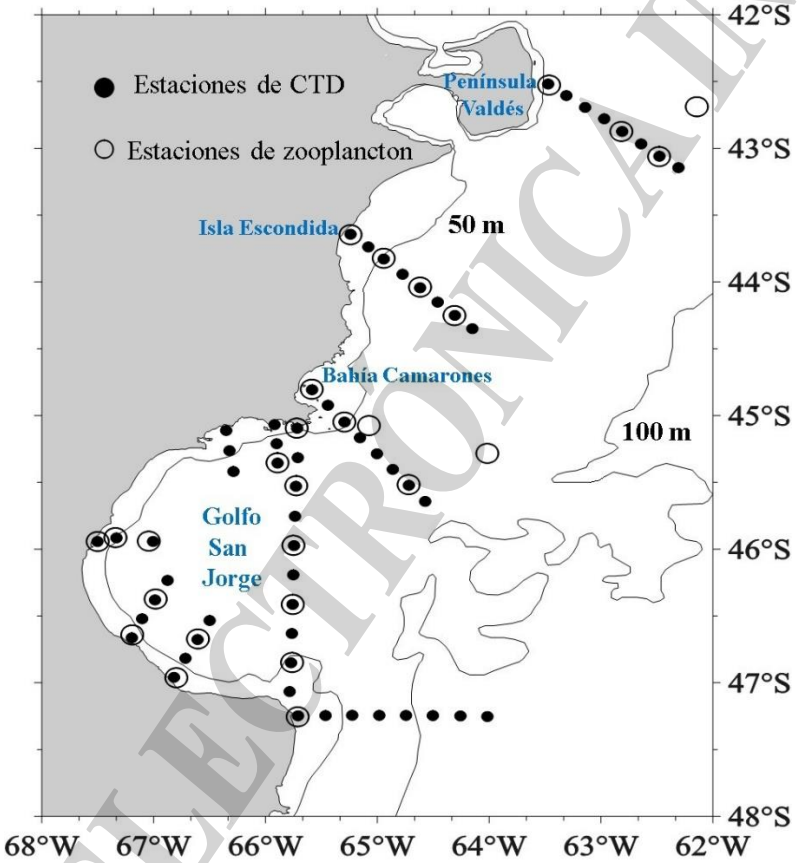


**Figura 1.** Área de estudio: Región Norpatagónica. Localización de las estaciones de muestreo de la campaña MA-2022/18, primavera 2022. En puntos negros se indican las estaciones oceanográficas (CTD) y en círculos negros las estaciones de muestreo de zooplancton realizadas con Multired (67 y 300 µm).

## Resultados y Discusión

Como era de esperar por la época del año, la distribución de la temperatura fue la variable oceanográfica que caracterizó al área de estudio (Figura 2). Esto se debe a la formación, a principios de primavera, del sistema frontal Norpatagónico (SFNP) que separa una zona costera verticalmente homogénea por el efecto de las mareas, de una más profunda estratificada por el calentamiento solar (Sabatini y Martos 2002; Sabatini 2004; Bogazzi et al. 2005). Los valores de temperatura variaron entre 7 y 15,3 °C y presentaron un gradiente desde el Norte hacia el sur, con máximos valores en el sector Norte (15,3 °C en superficie y 13 °C en el fondo) y mínimos (9,5 °C en superficie y 7,4 °C en el fondo) en las zonas sur y central del Golfo San Jorge (GSJ) y en la zona externa del área de estudio. Los

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

valores similares de temperatura en superficie y fondo en el sector costero indicaron la presencia de aguas verticalmente homogéneas (Figura 2). En la región comprendida entre 43°S y 45°S la temperatura de fondo mostró los máximos valores en la región costera, disminuyendo hacia aguas de plataforma, observándose un leve gradiente horizontal (Figura 2). Esto estaría indicando la insipiente formación del SFNP en aguas de plataforma (profundidades mayores a los 50 m). Con respecto a la salinidad, esta no fue muy variable, observándose un rango entre 33 y 33,47 ups. La salinidad de superficie y fondo presentó patrones de distribución similares y los valores mínimos (Figura 2) estuvieron asociados a la presencia del sistema frontal del GSJ (SFSJ), al sur de dicho golfo (Sabatini 2004; Bogazzi et al. 2005). El patrón de distribución de las isolíneas de temperatura y salinidad fue similar al descripto en años anteriores para primavera, principalmente en el sector norte, desde Isla Escondida a Península Valdés (ej. Sabatini y Martos 2002; Sabatini 2004; Derisio et al. 2014; 2019; 2021).

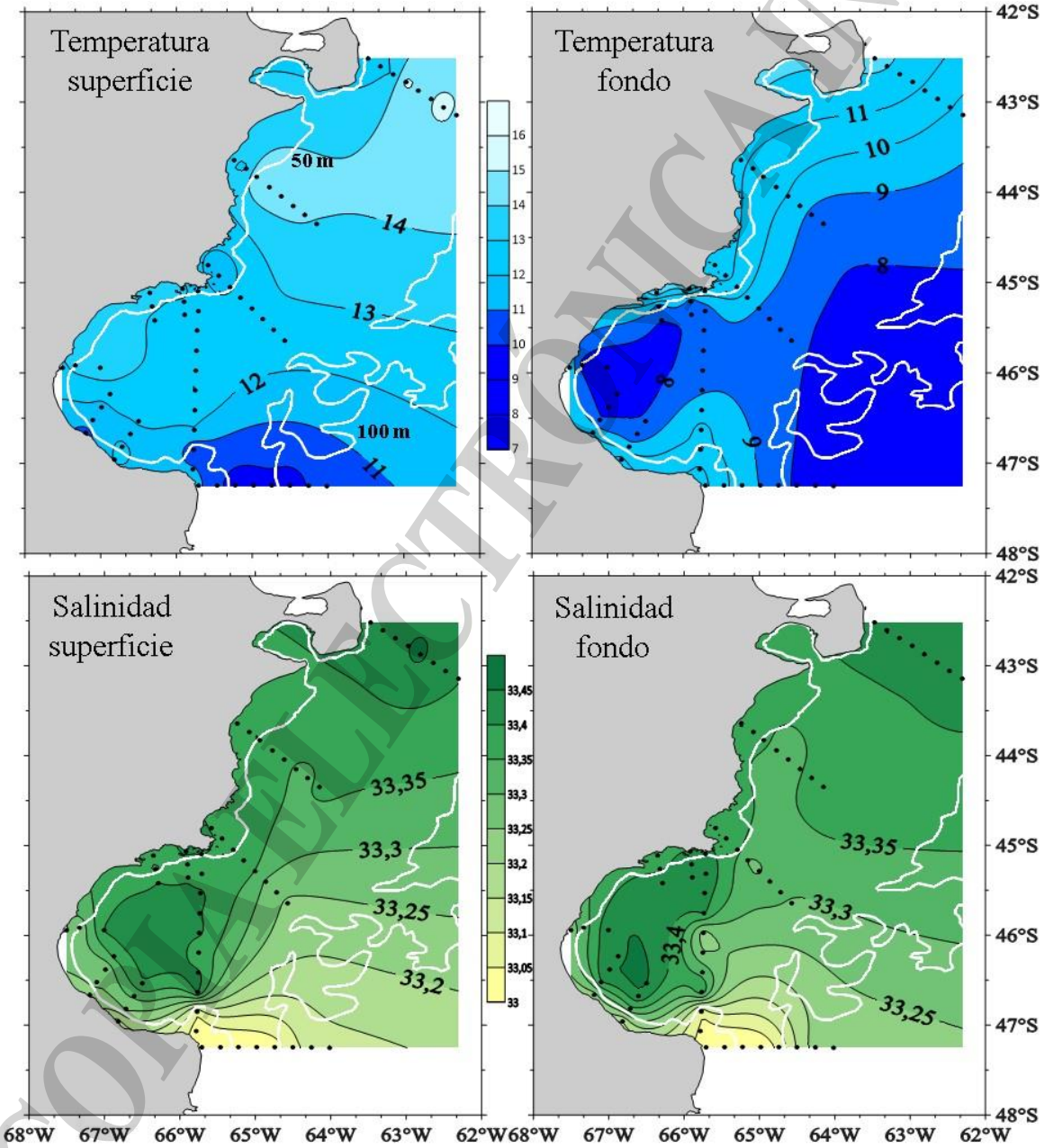


**Figura 2.** Región Norpatagónica (primavera de 2022). Distribución de las isolíneas de temperatura y salinidad en superficie y fondo.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

La composición zooplanctónica, que estuvo representada por una diversidad de organismos de diferentes tamaños, fue la típica según la zona de estudio y época del año (ej. Derisio et al. 2014; 2019; 2021). El microzooplancton (<1 mm) fue el grupo más abundante, con valores que variaron entre 214 y 20.753 ind $m^{-3}$ (x=3.489; d.e.=4.473). Este grupo estuvo dominado por los estadios inmaduros iniciales de todos los copépodos, seguido por los adultos del copépodo ciclopoideo *Oithona helgolandica* (Tabla 1). El mesozooplancton (1-2 mm) fue el grupo que siguió en abundancia, presentando valores entre 0,4 y 3.300 ind $m^{-3}$ (x=709; d.e.=700) y estuvo dominado principalmente por inmaduros avanzados (copepoditos juveniles) y adultos de copépodos calanoideos, seguido de cladóceros e inmaduros de eufaúsidos (Tabla 2). El macrozooplancton (>> 2 mm) fue el grupo menos abundante con valores que no superaron los 351 ind $m^{-3}$ (x=20; d.e.=50). Este grupo estuvo dominado por juveniles y adultos de eufaúsidos y anfípodos hipéridos, seguidos de larvas de munida y quetognatos (Tabla 3).

**Tabla 1.** Región Norpatagónica durante la primavera de 2022. Composición y rango de abundancia (media; desvío estándar) del microzooplancton (<1 mm de longitud). En negrita, los valores que definen a los grupos/especies más representativos. Frecuencia de Ocurrencia (FO).

| MICROZOOPLANCTON | Abundancia ind $m^{-3}$ | FO (%) |
|---|---|---|
| **COPÉPODOS** | | |
| **Inmaduros iniciales** | | |
| Huevos de copépodos calanoideos | **3-1.271 (216; 301)** | 79 |
| Nauplius de copépodos | **4-6.191 (777, 1.603)** | 96 |
| Copepoditos calanoideos I-III | **11-10.006 (1.112; 2.033)** | 100 |
| Copepoditos ciclopoideos I-IV | **4-4.818 (538; 888)** | 96 |
| **Adultos** | | |
| **-Calanoideos** | | |
| *Paracalanus parvus* | 1-451 (90; 114) | 70 |
| **-Ciclopoideos** | | |
| *Oithona helgolandica* | **9-2.625 (631; 620)** | 100 |
| *O. nana* | 1-320 (77; 78) | 77 |
| **-Harpacticoideos** | | |
| *Microsetella norvegica* | 3-992 (168; 221) | 87 |
| *Euterpina acutifrons* | 3-603 (102; 175) | 25 |
| **APENDICULARIAS** | | |
| *Oikopleura dioica* | 20-363 (140; 156) | 11 |

**Tabla 2.** Región Norpatagónica durante la primavera de 2022. Composición y rango de abundancia (media; desvío estándar) del mesozooplancton (entre 1 y 2 mm de longitud). En negrita, los valores que definen a los grupos/especies más representativos. Frecuencia de Ocurrencia (FO).

| MESOZOOPLANCTON | Abundancia ind $m^{-3}$ | FO (%) |
|---|---|---|
| **COPÉPODOS** | | |
| **-Calanoideos** | | |
| **Inmaduros avanzados** | | |
| Copepoditos calanoideos IV-V | **0,08-1.525 (249; 352)** | 100 |
| **Adultos** | | |
| *Calanus australis* | 1-53 (26; 27) | 8 |
| *Calanoides carinatus* | 0,01-538 (51; 115) | 49 |
| *Acartia tonsa* | **0,08-1.339 (119; 238)** | 77 |
| *Ctenocalanus vanus* | **0,06-1.159 (219; 275)** | 98 |
| *Clausocalanus brevipes* | 1-425 (116; 142) | 13 |
| *Drepanopus forcipatus* | 0,03-213 (40; 57) | 64 |

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

| | | |
|---|---|---|
| **-Ciclopoideos** | | |
| **Adultos** | | |
| *Oithona atlántica* | 1-512 (57; 126) | 36 |
| **CLADÓCEROS** | | |
| *Podon spp.* | **4-108 (46; 33)** | 15 |
| *Evadne nordmanni* | **2-602 (175; 242)** | 19 |
| **INVERTEBRADOS BENTÓNICOS** | | |
| Larvas de Briozoos | 0,07-6 (2; 3) | 11 |
| Larvas de Cirripedios | 0,22-34 (9; 14) | 9 |
| **EUFAÚSIDOS** | | |
| Larvas | **0,18-212 (34; 48)** | 68 |

**Tabla 3.** Región Norpatagónica durante la primavera de 2022. Composición y rango de abundancia (media; desvío estándar) del macrozooplancton (>>> 2 mm de longitud). En negrita, los valores que definen a los grupos/especies más representativos. Frecuencia de Ocurrencia (FO).

| MACROZOOPLANCTON | Abundancia ind $m^{-3}$ | FO (%) |
|---|---|---|
| **EUFAÚSIDOS** | | |
| **Juveniles y adultos** | | |
| *Euphausia lucens* | **0,00-200 (8; 22)** | 66 |
| *Nematoscelis megalops* | 0,00-5 (1; 1) | 26 |
| **ANFÍPODOS HIPÉRIDOS** | | |
| **Juveniles y adultos** | | |
| *Themisto gaudichaudii* | **0,01-70 (7; 15)** | 68 |
| **ANFÍPODOS GAMÁRIDOS** | 0,05-0,62 (0,31; 0,23) | 11 |
| **MISIDACEOS** | | |
| *Mysidopsis rionegrensis* | 0,05-14 (5; 6) | 9 |
| **DECÁPODOS** | | |
| Larvas *Grimothea gregaria* | **0,01-137 (10; 35)** | 28 |
| Juveniles *G. gregaria* | 0,01-0,74 (0,22; 0,26) | 15 |
| Larvas zoeas | 0,05-6 (2; 2) | 21 |
| Juveniles *Peisos petrunkevitchi* | 0,00-0,03 (0,01; 0,01) | 6 |
| Larvas y juveniles de camarones | 0,00-13 (2; 2) | 36 |
| **POLIQUETOS** | | |
| Larvas | 0,01-0,17 (0,11; 0,06) | 8 |
| **CUMÁCEOS** | 0,01-0,37 (0,18; 0,17) | 9 |
| **QUETOGNATOS** | | |
| *Sagitta spp.* | **0,01-63 (6; 14)** | 55 |
| **CALAMAR** | | |
| Paralarvas *Illex argentinus* | 0,01-0,13 (0,04; 0,05) | 9 |

Teniendo en cuenta el patrón de distribución horizontal, en los dos niveles de profundidad analizados, los diferentes estadios de desarrollo de los copépodos (huevos, inmaduros iniciales, inmaduros avanzados y adultos) se encontraron distribuidos en toda el área de estudio y en altas abundancias (Figura 3). Salvo en algunas estaciones, en general estos organismos presentaron mayores abundancias en aguas más estratificadas de plataforma (profundidades > de 50 m). La formación primaveral de los sistemas frontales de la región Norpatagónica favorecen la producción, concentración y desarrollo de las comunidades planctónicas (ej. Carreto et al. 1986; Viñas et al. 1992; Viñas y Ramírez 1996; Sabatini y Martos 2002; Derisio et al. 2014; 2019; Segura y Silva 2017), principalmente en aguas con mayor estabilidad como son las estratificadas (Sabatini y Martos 2002; Derisio et al. 2014). Con respecto a la vertical, no se observó un patrón de distribución muy definido, ya que hay estaciones que fueron más abundantes en el nivel inferior y otras en el superior (Figura 3).

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

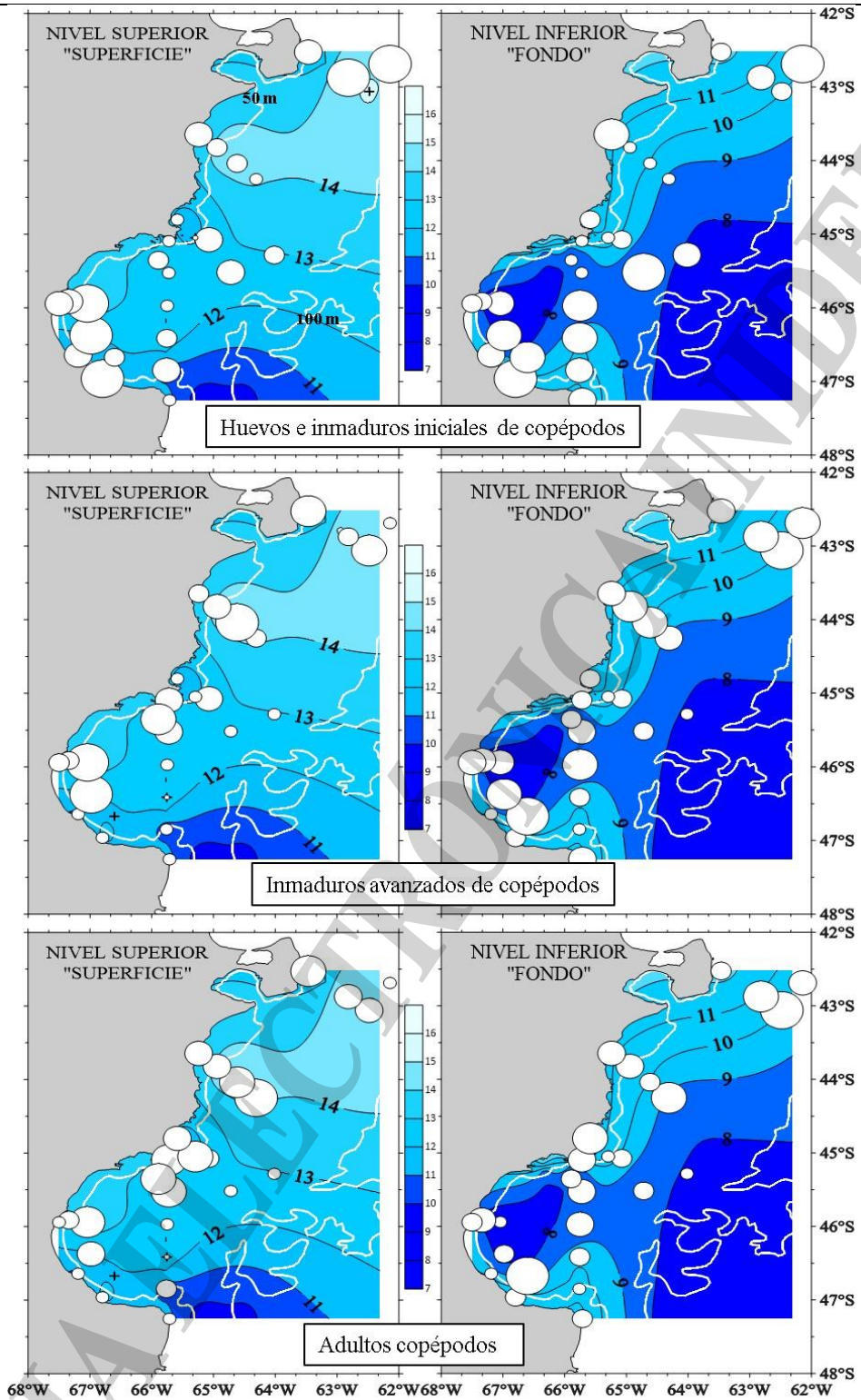


**Figura 3.** Región Norpatagónica (primavera de 2022). Distribución de abundancias de los diferentes estadios de desarrollo de copépodos en dos niveles de profundidad sobre las respectivas isolineas de temperatura de superficie y fondo. El tamaño de los círculos blancos corresponde a las diferentes clases de abundancias (ind $m^{-3}$) que, desde el más chico al más grande, varían entre: >0-32, >32-406, >406-920, >920-1.932, >1.932-3.936, >3.936 para huevos e inmaduros iniciales; >0-0,09, >0,09-47, >47-125, >125-256, >256-540, >540 para inmaduros avanzados; y >0-0,20, >0,20-75, >75-273, >273-537, >537-1.129, >1.129 para adultos.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Dentro de los copépodos adultos, *O. helgolandica*, *Ctenocalanus vanus* y *Acartia tonsa* fueron las especies más abundantes y estuvieron distribuidas en casi toda el área de estudio (Tabla 1 y 2). Ninguna de las tres especies presentó un patrón claro en cuanto a la distribución en las dos profundidades analizadas (Figura 4). Las dos primeras presentaron, en general, mayores abundancias en aguas de plataforma y las menores en aguas más costeras al sur del GSJ. *A. tonsa* presentó sus mayores abundancias entre el norte del GSJ e Isla Escondida y las menores en el resto del Golfo y en aguas adyacentes bien estratificadas. Otras especies de copépodos menos abundantes, pero con alta frecuencia de ocurrencia en el área, fueron *Paracalanus parvus*, *O. nana*, *Microsetella norvegica* y *Drepanopus forcipatus* (Tabla 1 y 2). La amplia distribución de estas especies podría deberse a que al ser de hábitos omnívoros (Benedetti et al. 2016) no dependerían solo de las altas concentraciones de fitoplancton que se dan principalmente en relación con la formación de los sistemas frontales. Otras especies con baja frecuencia de ocurrencia como *Calanoides carinatus*, *Calanus australis* y *Clausocalanus brevipes* (Tabla 2), que presentan hábitos más herbívoros (Benedetti et al. 2016; 2018), estuvieron presentes en el sector norte en cercanías de Península Valdés e Isla Escondida en coincidencia con el sector donde se encuentra la mayor intensidad del SFNP (Glorioso y Simpson 1994). La mayoría de las especies de copépodos presentes en el área de estudio son el principal alimento para las larvas de peces que allí habitan. El sector comprendido entre Península Valdés e Isla Escondida es una importante área de desove y cría para la anchoíta patagóncia y la merluza (Macchi et al. 2023), donde sus larvas se alimentan activamente de huevos/nauplius y juveniles/adultos de copépodos, respectivamente (Viñas y Ramírez 1996; Temperoni y Viñas 2013). Este grupo zooplanctónico también forma parte de la dieta del langostino en cercanías a Península Valdés (López et al. 2023).

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

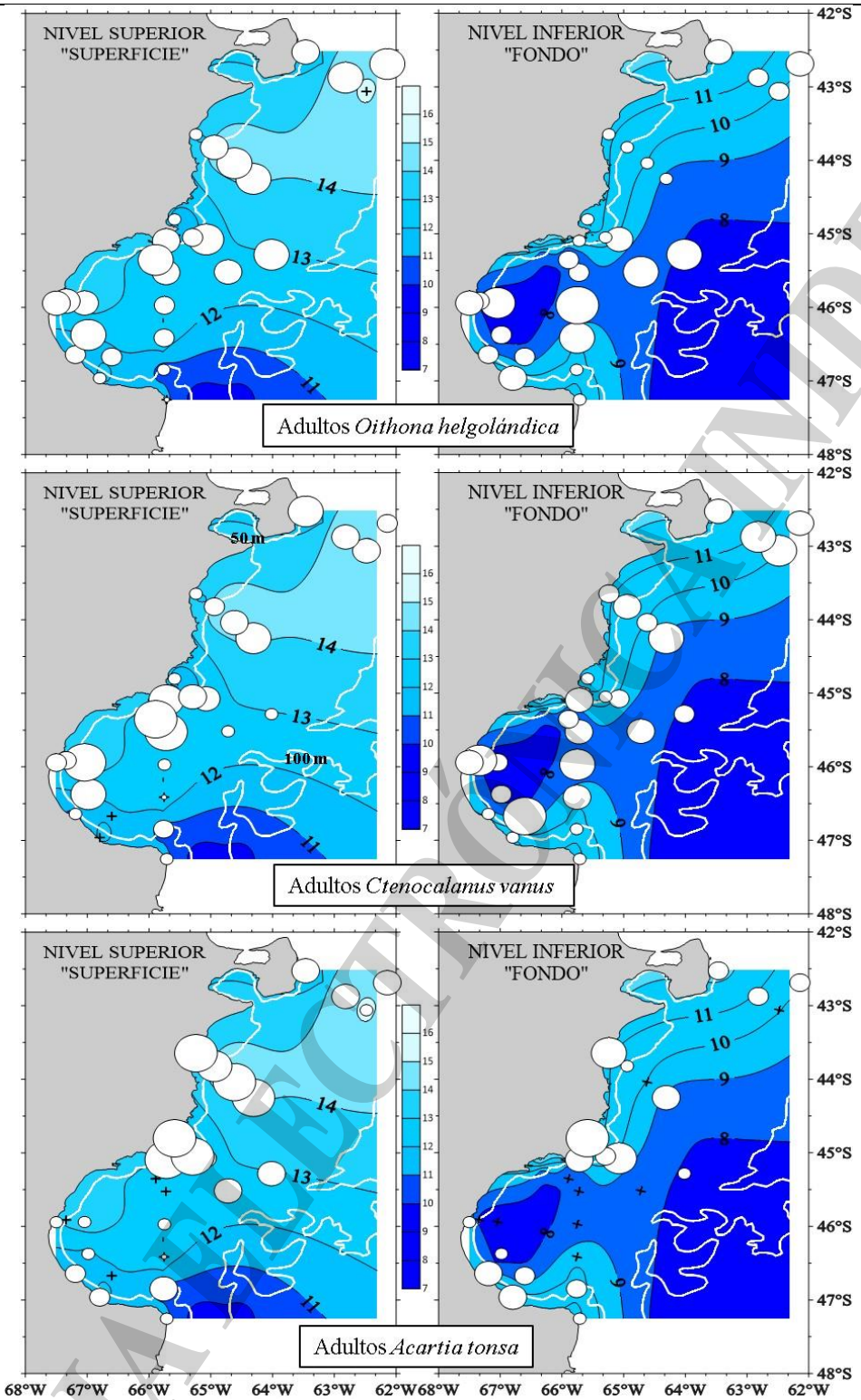


**Figura 4.** Región Norpatagónica (primavera de 2022). Distribución de abundancias de copépodos adultos de las especies *Oithona helgolandica* (OH), *Ctenocalanus vanus* (CV), y *Acartia tonsa* (AT) en dos niveles de profundidad sobre las respectivas isolíneas de temperatura de superficie y fondo. La presencia de cruz significa ausencia en la muestra. El tamaño de los círculos blancos corresponde a las diferentes clases de abundancias (ind $m^{-3}$) que, desde el más chico al más grande, varían entre: >0-10, >10-113, >113-405, >405-1.180, >1.180-2.625 para OH; >0-0,07, >0,07-25, >25-140, >140-277, >277-588, >588 para CV; y >0-0,09, >0,09-9, >9-19, >19-97, >97-192, >192 para AT.

Dentro de la fracción del mesozooplancton, los cladóceros fueron un grupo abundante pero poco frecuente (Tabla 2), restringiéndose su distribución a cercanías de Península Valdés, principalmente en

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

el nivel superior (Figura 5). Altas abundancias de este grupo filtrador han sido observadas en relación a este frente altamente productivo (Sabatini y Martos 2002; Derisio et al. 2014; 2019; 2021), cumpliendo un rol importante dentro de este sistema, junto a los copépodos de pequeño tamaño como por ej. *O. helgolándica*, debido a sus capacidades de tomar energía de la trama trófica microbiana y transferirla a los niveles tróficos superiores (Viñas et al. 2013). En la fracción de meso y macrozooplancton se encontraron los inmaduros, juveniles y adultos de eufaúsidos. Los huevos y larvas de este grupo fueron abundantes en casi toda el área de estudio, salvo al sur del GSJ donde estuvieron ausentes y en aguas más externas donde fueron poco abundantes (Figura 6). Estos resultados coinciden con lo observado en trabajos previos para la misma zona y época de estudio (ej. Derisio et al. 2014; 2019; 2021) sugiriendo, al igual que para el grupo de los copépodos, la existencia de una alta actividad reproductiva en el área de estudio al inicio de la formación de los sistemas frontales. Para este grupo tampoco se observó un patrón claro en cuanto a la abundancia en los diferentes niveles de profundidad (Figura 6). Por otro lado, los juveniles y adultos, representados mayoritariamente por *Euphausia lucens* (Tabla 3), fueron más abundantes hacia el GSJ y adyacencias, principalmente en aguas de plataforma. A diferencias de otros grupos zooplanctónicos, este presentó un patrón de abundancia más claro en la vertical, siendo más abundante en el nivel inferior (Figura 6).

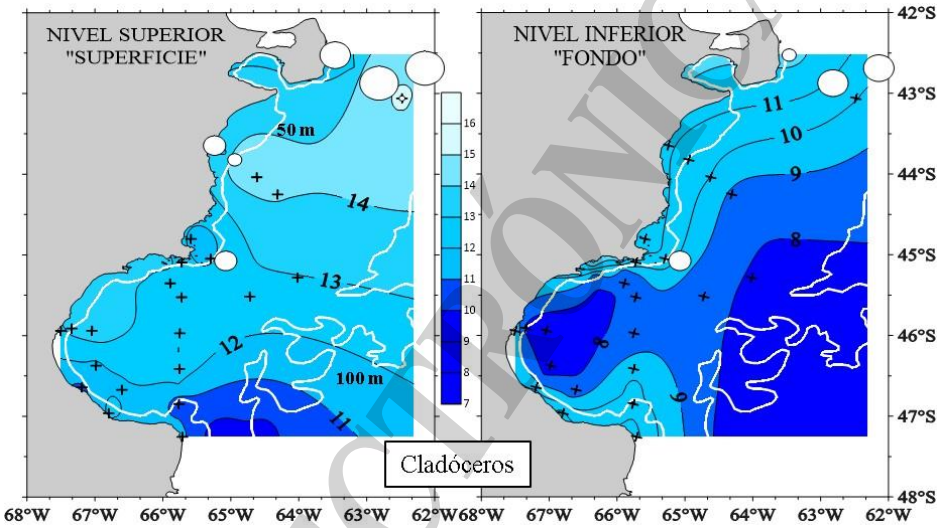


**Figura 5.** Región Norpatagónica (primavera de 2022). Distribución de abundancias de cladóceros (CL) en dos niveles de profundidad sobre las respectivas isolíneas de temperatura de superficie y fondo. La presencia de cruz significa ausencia en la muestra. El tamaño de los círculos blancos corresponde a las diferentes clases de abundancias (ind $m^{-3}$) que, desde el más chico al más grande, varían entre: >3-25, >25-41, >41-434, >434-662, >662 para CL.

COPIA ELECTRONICA INIDEP

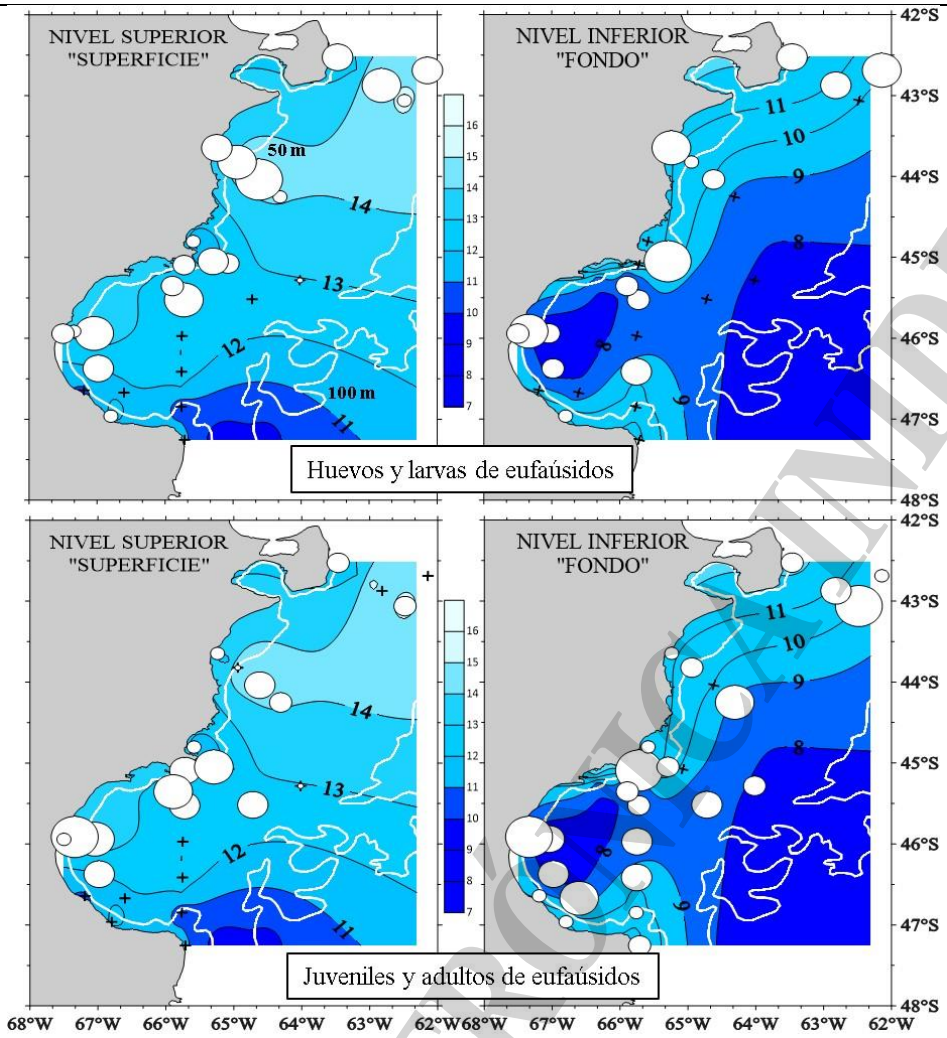


**Figura 6.** Región Norpatagónica (primavera de 2022). Distribución de abundancias de los diferentes estadios de desarrollo de los eufaúsidos en dos niveles de profundidad sobre las respectivas isolíneas de temperatura de superficie y fondo. La presencia de cruz significa ausencia en la muestra. El tamaño de los círculos blancos corresponde a las diferentes clases de abundancias (ind $m^{-3}$) que, desde el más chico al más grande, varían entre: >0-0,2, >0,2-3, >3-16, >16-55, >55-115, >115 para huevos y larvas; y >0-0,01, >0,01-0,11, >0,11-2, >2-6, >6-11, >11 para juveniles y adultos.

En el macrozooplancton también se encontraron los juveniles y adultos del anfípodo hipérido *Themisto gaudichaudii* (Tabla 3), que estuvieron distribuidos en toda el área de estudio y en los dos niveles analizados, con mayores abundancias principalmente hacia aguas de plataforma entre Isla Escondida y Bahía Camarones (Figura 7). Este grupo junto con los eufaúsidos son un importante ítem alimento para los juveniles/adultos de merluza y los calamares que allí habitan (Ivanovic 2010; Temperoni et al. 2018; Belleggia et al. 2019). Las larvas de la munida *Grimothea gregaria* presentaron una distribución acotada hacia aguas más costeras desde el centro hacia el sur del GSJ y tampoco se observó un patrón claro en cuanto a las abundancias en la vertical (Figura 7). La munida es muy abundante dentro del GSJ, principalmente al sur del golfo (Ravalli et al. 2023) por lo que su reproducción podría estar relacionada con áreas cercanas al SFSJ. Los quetognatos, menos abundantes, pero bastante frecuentes (Tabla 3), presentaron sus mayores valores en aguas de plataforma al norte del GSJ. Este grupo también presentó un claro patrón de abundancia en la vertical, con los mayores valores en el nivel inferior (Figura 7). Este grupo, de hábitos carnívoros, se caracteriza por consumir una gran variedad de presas zooplanctónicas preferentemente del grupo de los copépodos (Sato et al. 2011) por lo que sería una fuerte competencia principalmente para las larvas de peces. Las bajas abundancias de quetognatos observadas en general en el área de estudio en relación a las altas

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

abundancias de copépodos (ej. Derisio et al. 2014; 2019; 2021) no debería influir en el desarrollo de las larvas tanto de merluza como de anchoíta que allí habitan. Todos los grupos de zooplancton analizados, con mayor o menor abundancia, estuvieron presentes en los dos niveles de profundidad analizados (ver Figuras 3-7), por lo que la termoclina no actuaría como una barrera que impide la distribución de estos organismos en la columna de agua.

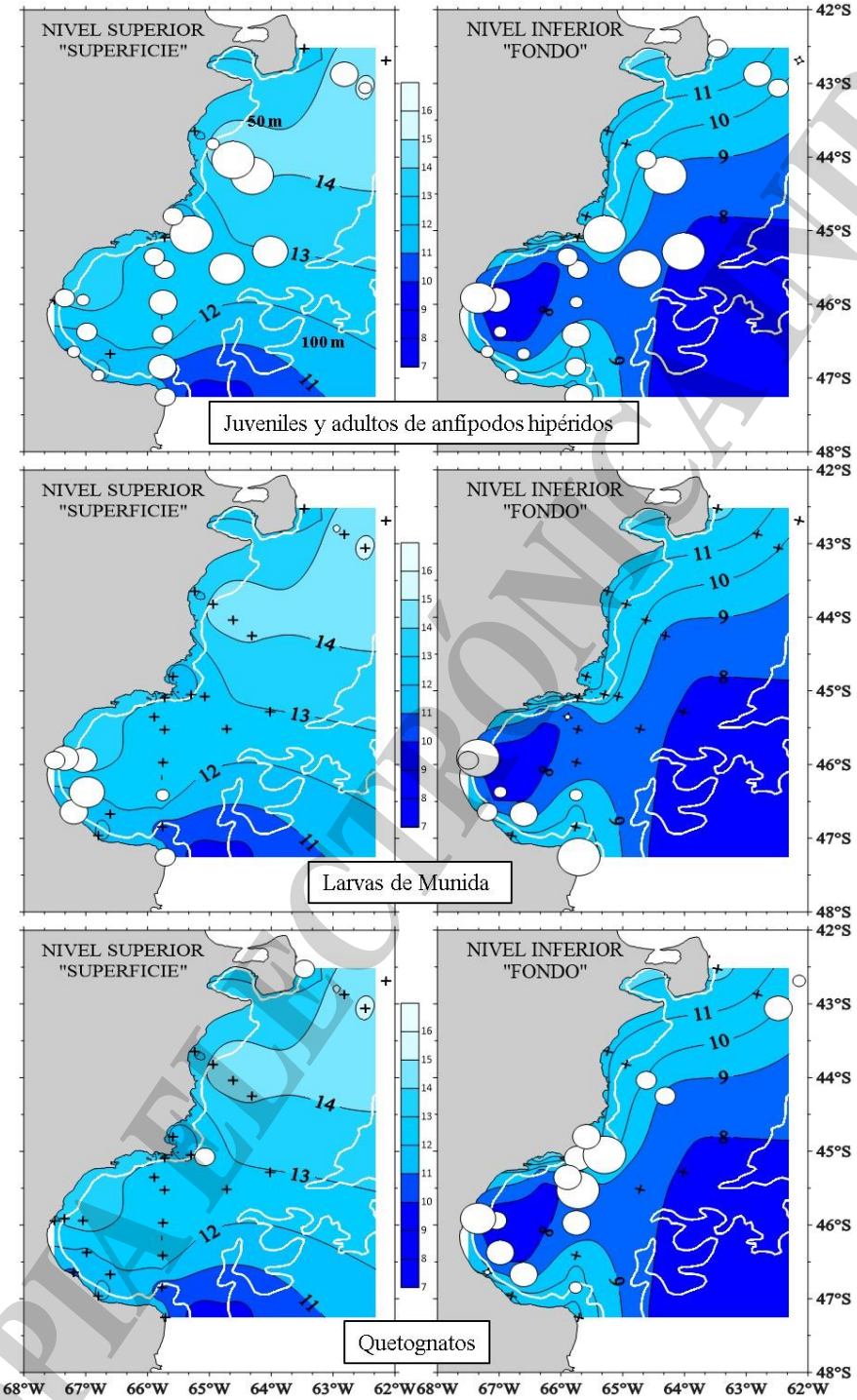


**Figura 7.** Región Norpatagónica (primavera de 2022). Distribución de abundancias de anfípodos hipéridos (AH), larvas de munida (LM), y quetognatos (Q) en dos niveles de profundidad sobre las respectivas isolíneas de temperatura de superficie y fondo. La presencia de cruz significa ausencia en la muestra. El tamaño de los círculos blancos corresponde a las diferentes clases de abundancias (ind $m^{-3}$) que, desde el más chico al más grande, varían entre: >0-0,02, >0,02-0,2, >0,2-1, >1-5, >5-10, >10 para AH; >0-0,02, >0,02-0,2, >0,2-0,8, >0,8-1,5, >1,5-3, >3 para LM; y >0-0,02, >0,02-0,12, >0,12-0,5, >0,5-4, >4-9, >9 para Q.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

La falta de claridad observada en el patrón vertical para la mayoría de los grupos zooplanctónicos aquí estudiados podría deberse a que el muestreo fue realizado, aunque preferentemente de día, en un amplio rango horario y solo en dos profundidades. Los muestreos estratificados en la columna de agua nos dan mucha información sobre el lugar que ocupan los diferentes organismos zooplanctónicos en la columna de agua. Sin embargo, muchas veces la interpretación de la distribución de sus abundancias en la vertical puede verse dificultada por el comportamiento migratorio diario que muchos de estos organismos tienen (Ringelberg 2010). Las migraciones verticales diarias normalmente consisten en un ascenso hacia la superficie al anochecer y un descenso hacia el fondo antes del amanecer (Brierley 2014). En la zona de estudio este patrón ya ha sido observado para varios grupos zooplanctónicos (Derisio 2012), siendo bien definido dentro de las especies de eufaúsidos del Golfo San Jorge, con ascensos y descensos rápidos, formando una capa densa cerca del fondo durante los horarios diurnos (Nocera et al. 2021). Posiblemente por este motivo los eufaúsidos fueron uno de los grupos que presentaron un patrón más definido en la vertical, mientras que, para los grupos de menor talla y menor velocidad natatoria este patrón pudo verse dificultado por el tipo de muestreo.

En conclusión, la composición, distribución y abundancia de la comunidad zooplanctónica en la región Norpatagónica en primavera de 2022 estarían relacionada con la formación de los sistemas frontales que caracterizan al área de estudio. La presencia de altas abundancias de estadios inmaduros de copépodos y eufaúsidos demuestran la existencia de una alta actividad reproductiva por parte de estos grupos en esta región y época del año. La presencia de grupos como copépodos y cladóceros, de diferente tamaño y con diferentes regímenes alimenticios, concuerda con trabajos anteriores que demuestran que en el área la energía se estaría canalizando por dos diferentes tramas tróficas: la microbiana, donde los pequeños omnívoros, como *O. helgoländica*, podrían alimentarse de pequeños protozoos y ciliados; y la clásica, donde por ejemplo los copépodos herbívoros de mayor tamaño, como *C. carinatus*, sacarían provecho de las altas concentraciones de fitoplancton (Derisio et al. 2014; Cepeda et al. 2018). Tanto los copépodos como los eufaúsidos y anfípodos hipéridos serían los principales grupos que actúan en la transferencia de energía hacia la trama trófica superior del sistema Norpatagónico, ya que son el principal alimento para muchas especies de invertebrados y peces que allí se alimentan y/o reproducen.

## Bibliografía

Akselman R. 1996. Estudios ecológicos en el Golfo San Jorge y adyacencias (Atlántico Sudoccidental). Distribución, abundancia y variación estacional del fitoplancton en relación con factores físico-químicos y la dinámica hidrológica. Tesis de doctorado. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. 234 pp.

Allega L, Braverman M, Cabreira AG, Campodonico S, Colonello J, Derisio C, et al. 2019. Estado del conocimiento biológico pesquero de los principales recursos vivos y su ambiente, con relación a la exploración hidrocarburífera en la Zona Económica Exclusiva Argentina y adyacencias. Mar del Plata: Inst. Nac. Invest. Des. Pesq., 119pp.

Álvarez-Colombo G, Dato C, Macchi G, Palma E, Machinandiarena L, et al. 2011. Distribution and behavior of Argentine hake larvae: Evidences of a biophysical mechanism for self-recruitment at the North Patagonian shelf waters. Cs. Mar. 37: 633-657.

Belleggia M, Alves NM, Leyton MM, Álvarez-Colombo GL, Temperoni B, Giberto D, Bremec C. 2019. Are hakes truly opportunistic feeders? A case of prey selection by the Argentine hake Merluccius hubbsi off southwestern Atlantic. Fish. Res. 214:166-174.

Benedetti F, Gasparini S, Ayata S. 2016. Identifying copepod functional groups from species functional traits. J. Plankton Res. 38(1): 159-166.

Benedetti F, Vogt M, Righetti D, Guilhaumon F, Ayata S. 2018. Do functional groups of planktonic copepods differ in their ecological niches?. J. Biogeogr. 45: 604-616.

Bogazzi E, Baldonia A, Rivas A, Martos P, Reta RL, Orensanz JM, Lasta M, Dell'arciprete P, Werner F. 2005. Spatial correspondence between areas of concentration of Patagonian scallop (*Zygochlamys patagonica*) and frontal systems in the southwestern Atlantic. Fish. Oceanogr. 14: 359-376.

Brierley AS. 2014. Diel vertical migration. Curr. Biol. 24: R1074-R1076.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Carreto JI, Benavides HR, Negri RM, Glorioso PD. 1986. Toxic red-tide in the Argentine Sea. Phytoplankton distribution and survival of the toxic dinoflagellate Gonyaulax excavata in a frontal area. J. Plankton Res. 8: 15-28.

Cepeda GD, Temperoni B, Sabatini ME, Viñas MD, Derisio CM, Santos BA, Antacli JC, Padovani LN. 2018. Zooplankton communities of the Argentine Continental Shelf (SW Atlantic, ca. 34°-55°S), an overview. En: Hoffmeyer MS, Sabatini ME, et al., editores. Plankton ecology of the Southwestern Atlantic. Springer. 586 p.

Derisio C. 2012. El rol del frente de mareas de Península Valdés en el control de la comunidad zooplanctónica. Tesis de doctorado. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata. 153 pp.

Derisio C, Alemany D, Acha EM, Mianzan H. 2014. Influence of a tidal front on zooplankton abundance, assemblages and life histories in Península Valdés, Argentina. J. Mar. Syst. 139: 475-482.

Derisio C, Segura V, Martos P, Cozzolino E. 2019. Distribución y abundancia de La comunidad zooplanctónica y su relación con las características ambientales durante la formación primaveral de los sistemas frontales Norpatagónicos. Inf. Inv. N° 107.

Derisio C, Cepeda G, Temperoni B. 2021. Composición, distribución y abundancia de la comunidad zooplanctonica en el sistema frontal Norpatagónico (primavera 2018). Inf. Inv. N° 16.

Glorioso PD, Simpson JH. 1994. Numerical modelling of the M2 tide on the northern Patagonian Shelf. Cont. Shelf Res. 14 (2-3): 267-78.

Ivanovic 2010. Alimentación del calamar *Illex argentinus* en la región patagónica durante el verano de los años 2006, 2007 y 2008. Rev. Invest. Desarr. Pesq. 20: 51-63.

López ME, Souto VS, Maldonado Montes de Oca E, Garcia Penoni MI, Flores N, Derisio C, Moriondo Danovaro PI. 2023. Caracterización preliminar de la dieta del langostino *Pleoticus muelleri* en el Frente Valdés: Análisis de contenidos estomacales de individuos capturados en distintos estratos. Inf. Inv. N° 36.

Louge E, Molinari G, Castrucci R. 2011. Distribución de merluza (*Merluccius hubbsi*) en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya en relación con parámetros oceanográficos. Diciembre 1995-2000. Frente Marít. 22:179-192.

Macchi G, Álvarez-Colombo G, Belleggia M, Betti P, Brown D, Cepeda G, Derisio C, et al. 2023. Recruitment of the Argentine hake, *Merluccius hubbsi*, from Patagonian stock: a review of main features affecting the reproductive potential and survival during early life stages. MAFIS. 36 (3): 323-358.

Nocera AC, Giménez EM, Diez MJ, Retana MV, Winkler G. 2021. Krill diel vertical migration in Southern Patagonia. J. Plankton Res. 43(4): 610-623.

Ravalli C, Allega L, Segura V, Firpo C, Cadaveiras G, García Penoni M. 2023. Análisis de la dinámica poblacional de los morfotipos de *Grimothea gregaria* en el GSJ durante la primavera. Inf. Inv. N° 124.

Ringelberg J. 2010. Diel Vertical Migration of Zooplankton in Lakes and Oceans: Causal Explanations and Adaptative Significances. Springer Science and Business Media. New York.

Sabatini ME, Martos P. 2002. Mesozooplankton features in a frontal area off northern Patagonia (Argentina) during spring 1995 and 1998. Sci. Mar. 66 (3): 215-32.

Sabatini ME. 2004. Características ambientales, reproducción y alimentación de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y la anchoíta (*Engraulis anchoíta*) en su hábitat reproductivo Patagónico. Síntesis y perspectivas. Rev. Invest. Desarr. Pesq. 16: 5-25.

Sato NE, Hernández D, Viñas MD. 2011. Hábitos alimentarios de *Sagitta friderici* ritter-zahony en las aguas costeras de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Bol. Invest. Mar. Cost. 40 (1): 59-74.

Segura V, Silva R. 2017. Producción primaria y su relación con los grupos fitoplantónicos en el periodo de primavera en el Golfo San Jorge y área adyacente, Argentina. Inf. Inv. N° 30. 32 pp.

Temperoni B, Viñas MD. 2013. Food and feeding of Argentine hake (*Merluccius hubbsi*) larvae in the Patagonian nursery ground. Fish Res.148: 47-55.

Temperoni B, Massa AE, Derisio C, Martos P, Berghoff C, Viñas MD. 2018. Effect of nursery ground variability on condition of age 0+ year *Merluccius hubbsi*. J Fish Biol. 93: 1090-1101.

Viñas MD, Ramírez FC, Santos BA, Pérez Seijas GM. 1992. Zooplancton distribuido en el área de desove y de crianza Norpatagonica de la merluza (*Merluccius hubbsi*). Frente Marít. 11: 105-113.

Viñas MD, Ramírez FC. 1996. Gut analysis of first-feeding anchovy larvae from the Patagonian spawning areas in relation to food availability. Arch. Fish. Mar. Res. 43 (3): 231-256.

Viñas MD, Negri RM, Cepeda GC, et al. 2013. Seasonal succession of zooplankton in coastal waters of the Argentine Sea (Southwest Atlantic Ocean): prevalence of classical or microbial food webs. Mar. Biol. Res. 9(4):371-382.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP