Frente Marítimo
Publicación de la CTMFM
2025

COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DEL ZOOPLANCTON PRIMAVERAL DE INTERÉS TRÓFICO PESQUERO EN LA ZONA COMÚN DE PESCA ARGENTINO-URUGUAYA (ZCP)

Derisio C.[1a], Berghoff C.[1], Allega L.[1], Fernández Acuña J.M.[1]

[1] Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, INIDEP, Mar del Plata, Argentina

Spring zooplankton composition, abundance and distribution of fishing trophic interest in the Common Fishing Zone shared by Argentina and Uruguay (ZCP)

Summary: The zooplankton community is a significant food source for many juvenile and adult fish and commercially important invertebrates that feed in the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone (ZCP). In order to expand knowledge regarding the composition, abundance and distribution of the zooplankton community during spring, samples collected at 30 stations across the ZCP using a Bongo net (300 µm) were analyzed and assessed their relationships with temperature, salinity, and chlorophyll *a* (Cl *a*). The temperature and salinity conditions of the study area indicated a predominance of waters of sub-Antarctic origin. Temperature and salinity values varied from the shelf to the slope, influencing the distribution pattern of the main zooplankton groups/species that were dominated by copepods. Chlorophyll *a* concentration presented relatively high values throughout the study area (~5 mg m^{-3}), with considerably higher values (15 - 40 mg m^{-3}) near the slope. These values seemed to support the high abundances found (up to 8,339 ind m^{-3}) of mostly herbivorous zooplankton, such as calanoid copepods and euphausiids. Other groups present throughout the study area, albeit in low abundance, included hyperiid amphipods and chaetognaths, which are important predators of copepods. The observed high availability of zooplankton prey during the spring of 2021 suggests favorable environmental conditions for the development of commercially important fish species such as hake and anchovy, among others.

Key words: ZCP, Bonaerense shelf, copepods, euphausid, zooplanktonic prey, chlorophyll *a*

Resumen: La comunidad zooplanctónica es una importante fuente de alimento de muchos juveniles y adultos de peces e invertebrados de interés trófico pesquero que se alimentan en la Zona Común de Pesca Argentina-Uruguaya (ZCP). Con el propósito de ampliar el conocimiento sobre la composición, abundancia y distribución de la comunidad zooplanctónica en primavera y evaluar su relación con la temperatura, la salinidad y la clorofila *a* (Cl *a*), se analizaron muestras de plancton colectadas en 30 estaciones a lo largo de la ZCP, utilizando una red Bongo (300 µm). Las condiciones de temperatura y salinidad del área de estudio indican una predominancia de aguas de origen subantártico, con valores de temperatura y salinidad que varían desde la plataforma hacia el talud y que condicionan el patrón de distribución de los principales grupos/especies zooplanctónicas, siendo el grupo de los copépodos el dominante. Las concentraciones de Cl *a* fueron relativamente altas en toda el área de estudio (~5 mg m^{-3}), con importantes valores (entre 15 - 40 mg m^{-3}) en cercanías del talud. Estos valores parecen sustentar altas abundancias del zooplancton (hasta 8.339 ind m^{-3}) con hábitos principalmente herbívoro como son los copépodos calanoideos y eufaúsidos. Otros grupos representados en casi toda el área de estudio, si bien poco abundantes, fueron los anfípodos hipéridos y los quetognatos, predadores relevantes de copépodos. La alta disponibilidad observada de presas zooplanctónicas en primavera de 2021 indicaría una condición ambiental favorable para el desarrollo de especies de peces de interés trófico pesquero como la merluza común y la anchoíta, entre otros.

Palabras Clave: ZCP, Plataforma bonaerense, copépodos, eufaúsidos, presas zooplanctónicas, Clorofila *a*

INTRODUCCIÓN

La Zona Común de Pesca compartida por Argentina y Uruguay (ZCP, 34ºS - 39,5ºS) es un ambiente altamente dinámico desde el punto de vista hidrográfico. Las propiedades físico-químicas de las masas de aguas aquí presentes, dominadas por aguas de origen subantártico, se ven afectadas por la acción de los vientos y el ciclo térmico, típico de aguas templadas. Ello, junto al efecto de la circulación de las corrientes Malvinas-Brasil y su confluencia (Piola & Matano, 2001), el aporte fluvial del Rio de la Plata y la presencia del frente de talud (Guerrero & Piola 1997, Lucas et al. 2005, Möller et al. 2008, Molinari et al. 2017, Piola et al. 2010), favorecen una alta diversidad y productividad biológica en la región, albergando un gran número de poblaciones de peces de importancia ecológica y económica (ej. Prenski & Sánchez 1988, Allega et al. 2019).

La comunidad zooplanctónica presente sustenta, en gran medida, la biomasa de peces de la ZCP, actuando como una importante fuente de alimento para sus estadios larvales, numerosos juveniles y algunos adultos que habitan en dicha área (Prenski & Bezzi 1991). Las mayores abundancias zooplanctónicas se observan en primavera,

[a] cderisio@inidep.edu.ar

siendo los copépodos el grupo dominante, seguido de cladóceros, eufaúsidos y anfípodos hipéridos (ej. Fernández Aráoz et al. 1991, Cepeda et al. 2012, Viñas et al. 2013, Derisio et al. 2018). Estas altas abundancias zooplanctónicas se encuentran asociadas a la presencia de florecimientos fitoplanctónicos propios de esta época del año, reflejado por la presencia de altos valores de clorofila *a* y alta producción primaria (Carreto *et al*. 1995, Romero *et al*. 2006, Lutz et al. 2010, Segura et al. 2013, Dogliotti et al. 2014, Derisio et al. 2018).

El sector de plataforma bonaerense de la ZCP es una importante área de distribución del efectivo norte de la merluza *Merluccius hubbsi* (Bezzi et al. 2004). Durante la primavera esta especie presenta las mayores densidades de sus estadios juveniles (Louge et al. 2014), que se alimentan exclusivamente de organismos macrozooplanctónicos como es el caso de eufaúsidos y anfípodos hipéridos (ej. Angelescu & Prenski 1987, Bellegia et al. 2019, Temperoni et al. 2021). En la zona localizan también importantes concentraciones de peces pelágicos como la anchoíta bonaerense *Engraulis anchoita,* el surel *Trachurus lathami* y la caballa *Scomber colias*. Todos ellos predan principalmente sobre la fracción del mesozooplancton, dominada por inmaduros y adultos de copépodos calanoideos (ej. Viñas & Ramírez 1996, Viñas et al. 1999, Padovani et al. 2011, Temperoni et al. 2018, Padovani 2020), encontrándose en adultos de anchoíta también la incorporación en su dieta de macrozooplancton como eufaúsidos y anfípodos hipéridos (ej. Angelescu 1982, Padovani 2020). Por este motivo, cualquier variación en la distribución y/o abundancia de la comunidad meso y macrozooplanctónica, principalmente en primavera, podría tener un efecto relevante sobre el reclutamiento de estas especies de interés trófico pesquero.

A pesar de que la información previa sobre el zooplancton de primavera en la ZCP y su relación con las variables ambientales indican una coincidencia en las asociaciones de las diferentes especies con las masas de agua presentes (ej. Fernández Aráoz et al. 1991, Santos & Ramírez 1991, Marrari et al. 2004, Di Mauro et al. 2009, Cepeda et al. 2012, Viñas et al. 2013, Derisio et al. 2018), se desconoce la variabilidad interanual de la comunidad zooplanctónica. El presente trabajo propone describir la comunidad zooplanctónica (composición, abundancia y distribución) durante la primavera de 2021 y evaluar su relación con diversas variables oceanográficas (propiedades termohalinas y concentración de clorofila *a*), con el propósito de ampliar el conocimiento sobre las condiciones ambientales en las que se distribuyen las especies de peces de interés trófico pesquero en la ZCP.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para estudiar la comunidad zooplanctónica, se examinaron un total de 30 estaciones de plancton (Figura 1) obtenidas en la campaña "Evaluación integral de los recursos demersales en el área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo" (EH-04/21), realizada entre el 16 de octubre y el 9 de noviembre de 2021. El muestreo se realizó en dirección norte-sur y el área de estudio comprendió la plataforma bonaerense, dentro de la ZCP, entre los 34 y 39,15 ºS y entre las isobatas de 50 y 200 m. En cada estación de plancton se realizó un perfilado de la temperatura, la salinidad y la fluorescencia *in vivo* en la columna de agua con un sensor CTD Seabird SBE25 equipado con sensores duales de temperatura y conductividad, un fluorómetro Seapoint y 6 botellas Niskin de 4 litros. Los datos físicos de los perfiles del CTD fueron procesados por el Gabinete de Oceanografía Física del INIDEP[2], utilizando rutinas estándar del software de procesamiento de datos Seabird (Baldoni 2018).

En función de las características del perfil, se recolectaron, mediante botellas Niskin, muestras discretas de agua de mar a 5 m y en 2 o 3 profundidades seleccionadas para el análisis de la concentración de clorofila *a* (Cl *a*). Inmediatamente después de ser colectadas, las muestras fueron filtradas a través de filtros de fibra de vidrio (Millipore GF/F) de tamaño de poro 0,7 µm, bajo condiciones de baja luminosidad y baja presión (-35 KPA). Los filtros fueron preservados en ultrafreezer (-84ºC) hasta su análisis en laboratorio. En el laboratorio se procedió a la extracción de los pigmentos de las células con metanol 100% y se realizó la cuantificación de la concentración de Cl *a* (mg m^{-3}) en el extracto mediante un fluorómetro Turner 10-AU. El método utilizado siguió los lineamientos propuestos por Holm-Hansen et al. (1965) con modificaciones (Lutz et al. 2010). Los perfiles de fluorescencia in vivo fueron convertidos a Cl *a* mediante el cálculo de la relación de Cl *a*: fluorescencia en las profundidades donde se analizaron las muestras de Cl a e interpolando linealmente las Cl *a*: fluorescencia entre dichos puntos.

Las muestras de zooplancton fueron colectadas utilizando una red Bongo de 60 cm de diámetro de boca, provista de malla de tamaño de poro 300 µm, operando en arrastres oblicuos desde cercanías del fondo hasta la superficie a una velocidad de ~3 nudos. Las profundidades alcanzadas por dicha red se determinaron utilizando un sensor SCANMAR y el volumen de agua filtrado en cada caso se estimó a partir de un flujómetro Hydrobios ubicado en la boca de la red. Las muestras fueron fijadas en formol al 5% en agua de mar y se examinaron posteriormente bajo lupa binocular y microscopio óptico. El tamaño de red utilizada permitió la recolección de organismos correspondientes al meso- y macrozooplancton, principalmente tallas > a 1 mm. Se identificaron todos los grupos zooplanctónicos, con la excepción de las hidromedusas y los ctenóforos, para los cuales se llegó hasta el menor nivel taxonómico posible de acuerdo con la bibliografía específica (Ramírez 1970, Boltovskoy et al. 1999). La abundancia se calculó en base a la cuantificación de organismos en alícuotas, cuyo volumen varió dependiendo de la densidad en la muestra original, y se expresó como individuos por metro cúbico (ind m^{-3}).

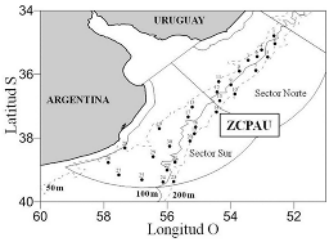

Figura 1. Localización de las estaciones de muestreo (zooplancton y oceanográficas) de la campaña EH-04/21. Zona Común de Pesca Argentina-Uruguaya (ZCP).

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

Con el fin de obtener una cobertura sinóptica de la distribución espacio-temporal de la Cl *a* en la superficie del mar en las semanas previas, durante la campaña y en las semanas posteriores a la misma, se utilizaron imágenes satelitales del sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) a bordo del satélite Aqua que fueron descargadas del sitio oficial de la NASA (https://oceandata.sci.gsfc.nasa.gov) con una resolución espacial de 4km, temporal de 8 días y un nivel de procesamiento 3 (L3). El algoritmo OCX (O'Reilly et al. 1998) fue utilizado para el cálculo de la concentración de Cl *a* satelital (https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/atbd/chlor_a/).

Los mapas de temperatura, salinidad y Cl *a in situ* fueron producidos con el programa Ocean Data View (Schlitzer, 2023). Para proporcionar una fácil visualización de los resultados que garantice la preservación de la estructura de datos, se utilizó el análisis variacional de interpolación de datos (DIVA, por sus siglas en inglés). Los mapas de los diferentes grupos del zooplancton se realizaron utilizando el Programa Surfer 8. Las imágenes fueron procesadas utilizando rutinas informáticas pertenecientes a la librería de procesamiento del Programa de Sensoramiento Remoto (SERE) del INIDEP con el objetivo de generar mapas promedios de la distribución de Cl *a* satelital. Los promedios se calcularon para dos períodos, el primero, que abarcó 18 días antes de la campaña y los primeros 13 días de la misma (30/09/2021 al 31/10/2021); y el segundo, con los 9 últimos días de la campaña y 15 días posteriores a la misma (01/11/2021 al 24/11/2021).

Se calculó el valor medio (μ) y su desvío estándar (s) en aquellos grupos zooplanctónicos más representativos, en cuanto a la abundancia y frecuencia de aparición. Las abundancias relativas fueron graficadas a partir de clases para cada grupo, las cuales surgieron del cálculo de los cuartiles, los valores extremos y/o outliers. Para esto se utilizó la herramienta Classed Post del software Surfer 8. Finalmente, se analizó el patrón de distribución horizontal y las abundancias zooplanctónicas se las relacionó con las características ambientales. Se analizaron las correlaciones de Spearman entre los valores de Cl *a in situ* integrados en la columna y los principales grupos zooplanctónicos y entre estos grupos entre sí, utilizando el paquete "Performance Analytics" (Peterson et al. 2020) bajo la plataforma de programación R project.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la primavera de 2021, en el sector de plataforma bonaerense de la ZCP, desde los 50 m hasta los 200 m (talud) de profundidad, la temperatura y la salinidad de superficie oscilaron entre los 12,2 y 18.1°C y 33,2 y 33,7 respectivamente. En el fondo, la temperatura fluctuó entre los 5,4 y 14,2°C y la salinidad entre 33,4 y 35,1. Los registros muestrearon el predominio de aguas de origen subantártico de plataforma, pero al norte de los 36°S, solo en el fondo y aguas afuera de los 150 m, la salinidad superó los 34,8, observándose una leve influencia de aguas de origen subtropical (Figura 2). Se observó una clara estratificación de la columna de agua, con un enfriamiento desde la costa hacia el talud (~200m) y una mayor salinidad hacia el fondo, principalmente en cercanías del talud (Figura 2). Estos resultados fueron consistentes con los observados en 2016 para la misma época y zona de estudio (Derisio et al. 2018). La menor influencia de aguas subtropicales encontrada al norte de la zona de estudio, respecto a lo observado en 2016, podría deberse a las diferencias en la distribución de las estaciones muestreadas al norte de los 35º S, donde estas aguas son preponderantes (Piola et al. 2010).

La Cl *a* presentó en promedio altos valores (μ=5,5 mg m^{-3}) si bien tuvo gran variación en el área de estudio (0,5-40,3 mg m^{-3}; s=7,7). En superficie se registraron los valores más altos en el sector sur de la ZCP y hacia aguas de plataforma externa y talud (Figura 2), en particular con valores extremadamente altos en dos núcleos, uno de 40,3 mg m^{-3} presente cercanías de los 39º S y la isobata de 100 m; y el otro de 17,7 mg m^{-3} en cercanías de los 37,5º S y la isobata de 200 m (Figura 2). Los mínimos valores registrados se observaron hacia el norte de la ZCP y hacia plataforma interna (< 100 m de profundidad; Figura 2). La Cl *a* de fondo presentó en general valores muy bajos, encontrándose dos núcleos con valores cercanos a 10 mg m^{-3}, desde cercanías de la isobata de 50 m hasta plataforma media, uno en la zona norte de la ZCP y el otro al sur de esta zona (Figura 2).

Los valores máximos de Cl *a* superficial *in situ* fueron de similar magnitud a lo observado en 2016, los que fueron atribuidos a floraciones de un dinoflagelado atecado (Derisio et al. 2018). Similares valores fueron observados en el mismo período del mismo año y en cercanías a los observados en el presente trabajo, que condicen a lo observado en las imágenes de Cl *a* satelital, relacionándose a una floración de diferentes especies de dinoflagelados de los que pueden destacarse los géneros *Karenia* sp. (atecados) y *Azadinium* sp. (tecados) (Segura et al. 2022). Cabe destacar que valores de Cl *a* extremadamente altos en primavera ya han sido detectados en trabajos previos (Viñas et al. 1994, Carreto et al. 1995, 2007, 2016, Derisio et al. 2018, Segura et al. 2022) y podrían explicarse debido a la influencia del frente permanente del talud. Este frente, cuya posición varía estacionalmente desplazándose hacia la plataforma durante la primavera, es la zona de encuentro de aguas de plataforma externa (temperaturas < 21º C y salinidades entre 33,5 y 34,2) con aguas subantárticas frías (temperatura< 11º C), salinas (> 33,9) y ricas en nutrientes transportadas hacia el norte por la corriente de Malvinas y de importancia ecológica (Martos & Piccolo 1988, Lutz & Carreto 1991, Möller et al. 2008, Lutz et al. 2010, Piola et al. 2010, Segura et al. 2013, Derisio et al. 2018).

Los valores de Cl *a* superficial *in situ* (Figura 2) fueron consistentes con la evolución observada a través de imágenes satelitales (Cl *a* satelital) antes, durante y posterior a la realización de la campaña (Figura 3). Previo y durante el principio de la campaña se observaron altas concentraciones de Cl *a* satelital en toda el área de estudio (Figura 3a) mientras que al final de la campaña y posterior a la misma se observaron los mayores valores de Cl *a* satelital al sur de la ZCP y en cercanías del talud y los menores valores en el sector norte (Figura 3b).

Si bien las condiciones de Cl *a* cambiaron en el periodo de estudio, el muestreo de zooplancton fue realizado siempre bajo condiciones de altas concentraciones de Cl *a,* ya que al principio de la campaña el muestreo fue en el sector norte y a finales de la misma en el sector sur.

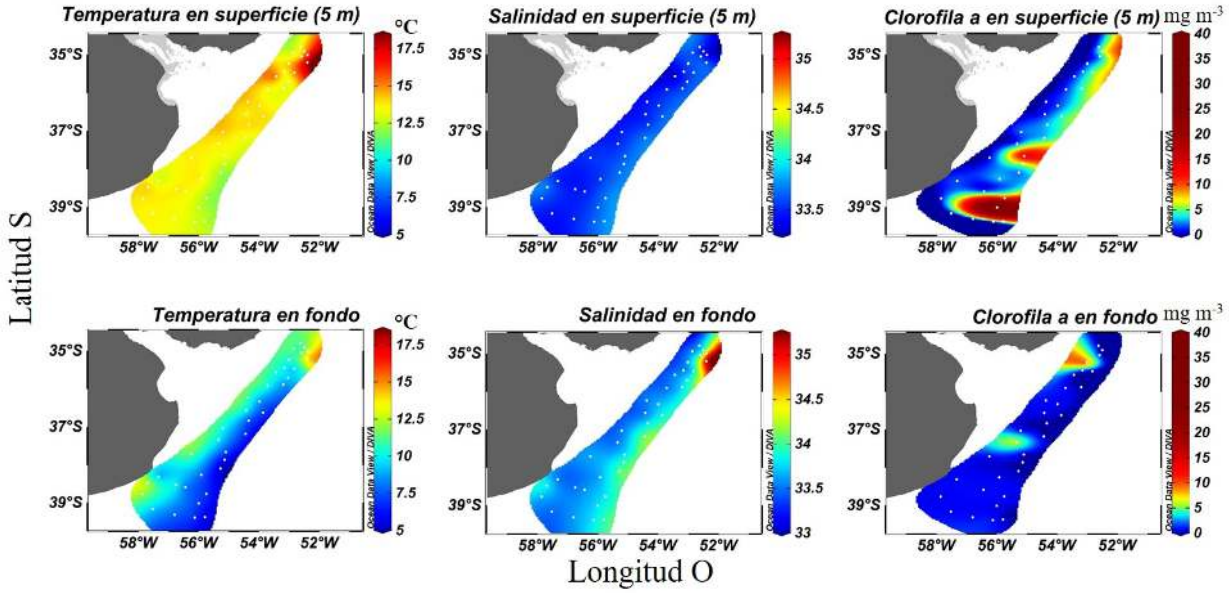

Figura 2. Distribución superficial y de fondo de las variables oceanográficas en la Zona Común de Pesca Argentina Uruguaya.

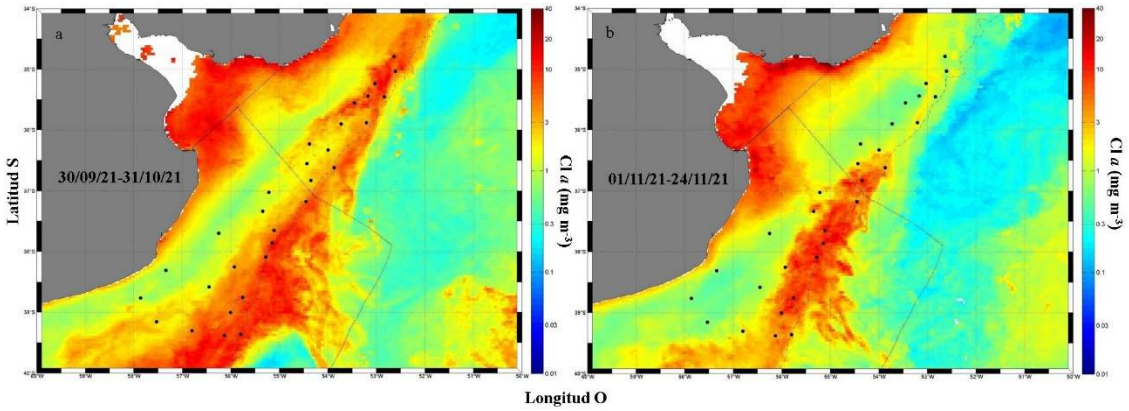

Figura 3. Evolución de la distribución superficial de Clorofila *a* (Cl *a*) satelital en la Zona Común de Pesca Argentina Uruguaya a través de dos meses primaverales consecutivos. a) octubre de 2021, que abarcó 18 días antes de la campaña y los primeros 13 días de la misma; y b) noviembre de 2021, con los 9 últimos días de la campaña y 15 días posteriores a la misma. Fecha de la campaña: 16/10/23-08/11/23.

Le siguió, en importancia, el grupo de los eufaúsidos con abundancias que variaron entre 0,06 y 87 ind m^{-3} (μ=21; s=24). Este grupo presentó mayores abundancias en el sector norte y en cercanía del talud (entre 100 y 200 m de profundidad) (Figura 4b).

El rango de abundancias zooplanctónicas aquí observado fue similar a lo registrado en la primavera de 2016, al igual que sus grupos dominantes (Derisio et al. 2018). Los copépodos estuvieron representados principalmente por estadios juveniles (copepoditos) y adultos de calanoideos de tamaño grande (>1,8 mm), como es el caso de *Calanoides carinatus*, *Calanus simillimus*, *C. australis*, *Subeucalanus longiceps* y *Metridia lucens;* y copépodos de tamaño mediano-chico (<1,8 mm) como los calanoideos *Ctenocalanus vanus*, *Clausocalanus brevipes*, *Drepanopus forcipatus*, *Acartia tonsa*, *Paracalanus parvus*, *Centropages brachiatus* y los ciclopoideos *Oithona aff. helgolandica* y *O. atlántica*. Las mayores abundancias, para ambos tamaños, correspondieron a los estadios de copepoditos, dominando el grupo de tamaño mediano-chico (Figura 5). Los copepoditos de las especies de tamaño grande presentaron abundancias entre 22 y 1.979 ind m^{-3} (μ=364; s=427) mientras que sus adultos, no superaron los 90 ind m^{-3}. Las mayores abundancias de los copepoditos y los adultos de *C. simillimus* (especie dominante de tamaño grande) fueron observadas en cercanías de la isobata de los 100 m (Figura 5a). Los adultos de *C. carinatus* siguieron en abundancia, con una distribución hacia aguas de plataforma más interna, principalmente en el sector sur; mientras que otras especies grandes (*S. longiceps* y *M. lucens*) estuvieron mejor representadas en el sector sur y en cercanías del talud (entre 100 y 200 m de profundidad) (Figura 5b). Los copepoditos de tamaño mediano-chico estuvieron mejor representados en plataforma (entre 50 y 100 m de profundidad) del sector sur de la ZCP (Figura 5c). Los adultos de este tamaño presentaron abundancias hasta 1.763 ind m^{-3}, donde *C. brevipes*, *C. vanus* y *D. forcipatus* fueron las especies dominantes, respectivamente. Las mayores abundancias de estas especies se observaron entre los 50 y 100 m de profundidad en el sector sur y en cercanías del talud (ente 100 y 200 m de profundidad) en el sector norte (Figura 5d y e). Otras especies como *A. tonsa*, *P. parvus* y *C. brachiatus* estuvieron mejor representadas en el sector norte de la ZCP (Figura 5e). Las especies del género *Oithona* presentaron una distribución de abundancias en general uniforme, con *O. atlántica* distribuida hacia aguas externas, principalmente en

el sector sur de la ZCP; mientras que *O. aff. helgolandica* hacia aguas más internas, y prácticamente ausentes hacia aguas de la isobata de 200 m (Figura 5f). El patrón de distribución de las especies de copépodos observadas en el presente estudio coincide con lo reportado por Ramírez (1970), con especies típicas de plataforma media e interna y otras más oceánicas que se encuentran en plataforma externa y talud, cuya distribución está asociada principalmente a los patrones de termohalinos hallados en la región.

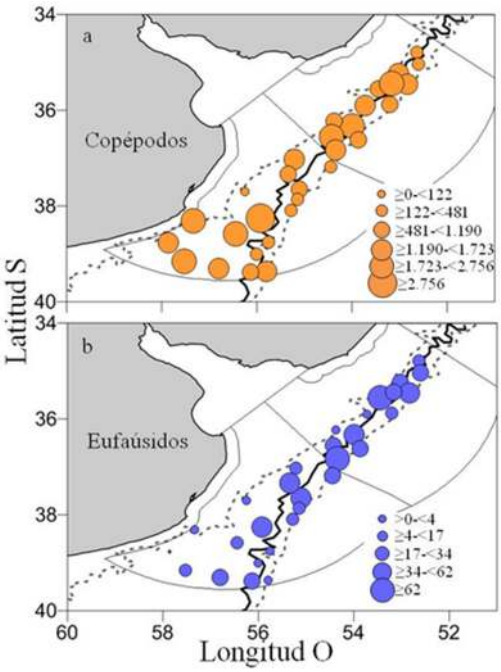

Figura 4. Distribución horizontal de las abundancias relativas (ind m^{-3}) de dos importantes grupos zooplanctónicos de la Zona Común de Pesca Argentina Uruguaya, en la primavera: a) copépodos; y b) eufaúsidos.

Las especies de copépodos más abundantes, como es el caso de *C. brevipes*, *C. vanus*, *D. forcipatus*, *C. carinatus* y *C. simillimus*, se caracterizan por presentar, principalmente, hábitos herbívoros (Benedetti et al. 2015, Brun et al. 2016, Cepeda et al. 2018), y por ello se verían altamente favorecidas por las altas biomasas de fitoplancton que se infieren a partir de las elevadas concentraciones de Cl *a* observadas en el presente estudio. Sin embargo, no se obtuvo una correlación entre este grupo y las concentraciones de Cl *a*. Dado que la zona de estudio se caracterizó por presentar, en general, altos valores de Cl *a* (*in situ* y satelital), que implica una alta disponibilidad de fitoplancton, la falta de correlación podría deberse a que esta variable no sería un factor limitante, durante primavera, para la distribución y desarrollo de este grupo.

Dentro del grupo de los eufaúsidos, sus huevos y larvas presentaron las mayores abundancias, que variaron entre 0,01 y 87 ind m-3 (μ=22; s=25) y fueron mayores en cercanías de las isobatas de 100 y 200 m (Figura 6a). Los juveniles y adultos, pertenecientes a las especies *Euphausia lucens* (dominante) y *Thysanoessa gregaria*, alcanzaron abundancias de hasta 59 ind m^{-3} y fueron más abundantes hacia el sector norte de la ZCP y hacia aguas afuera, entre los 100 y 200 m de profundidad (Figura 6b). Los eufaúsidos también se caracterizan por presentar hábitos principalmente herbívoros cuando las concentraciones de fitoplancton son muy altas (Harkins et al. 2013), y en este caso este grupo sí estuvo correlacionado positivamente con las concentraciones de Cl *a* (r^2=0,55; p-valor <0,01). Dado que este fue el único grupo zooplanctónico que se correlacionó significativamente con la Cl *a*, se podría interpretar que su desarrollo y reproducción dependen de mejores condiciones en cuanto a su disponibilidad de alimento fitoplanctónico.

Otros grupos zooplanctónicos, con menores abundancias, presentes en el área de estudio, fueron los anfípodo hipérido y los quetognatos, los cuales se correlacionaron entre sí (r^2=0,40; p-valor <0,05). Los anfípodos hipéridos comprendieron a juveniles y adultos de *Themisto gaudichaudii* y presentaron abundancias menores a 36 ind m^{-3}. Los mayores valores de este grupo se observaron hacia el sector sur de la ZCP y hacia aguas afuera, entre los 100 y 200 m de profundidad (Figura 6c). Tanto los eufaúsidos como el anfípodo *T. gaudichaudii*, son típicos de aguas frías de plataforma media y externa (Viñas et al. 2013 y referencias allí; Cepeda et al. 2018). Los quetognatos (principalmente *Sagitta* spp.) también obtuvieron sus mayores abundancias hacia aguas afuera (Figura 6d), encontrándose los ejemplares de mayor tamaño en aguas de mayor profundidad (cerca de los 200 m). Tanto los anfípodos hipéridos como los quetognatos son importantes predadores de copépodos (Pakhomov & Perissinotto 1996, Giesecke & González 2004, Sato et al. 2011, Havermans et al. 2019), comportándose como importantes competidores para las larvas de peces si estos se encontraran en altas abundancias.

Otros grupos, como los cladóceros *Evadne nordmanii* y *Podon spp*., la apendicularia *Oikopleura dioica*, las larvas meroplanctónicas (briozoos, cirripedios y decápodos), los anfípodos gamáridos, los ostrácodos y el mysidaceo *Mysidopsis rionegrensis* presentaron muy bajas abundancias y no estuvieron bien representados en el área de estudio. Dentro de estos, los cladóceros fueron los más abundantes y estuvieron presentes principalmente en aguas de plataforma interna, siendo mayores hacia el sector norte de la ZCP (Figura 6d). Este grupo es considerado como el segundo grupo trófico más importante dentro del mesozooplancton (Viñas et al. 2007 y referencias allí) en aguas bien costeras del sector bonaerense (Ramírez & Pérez Seijas 1985, Viñas et al. 2002, Viñas et al. 2007) lo que justifica su escasa frecuencia de aparición dentro de la zona de plataforma.

Cabe destacar que todas las especies zooplanctónicas observadas fueron de origen subantártico (Ramírez 1970, 1971, 1973, 1981, Ramírez & Viñas 1985). Si bien se detectó una leve influencia de aguas subtropicales en aguas del fondo afuera de los 150 m al norte de los 36°S (Figura 2), al contrario de trabajos previos (ej. Fernández Aráoz et al. 1991, Santos & Ramírez 1991, Derisio et al. 2018) en este caso no se observó ninguna especie de origen subtropical, esto podría indicar que dichas aguas provenientes de la corriente de Brasil no influenciaron la fauna de la zona de estudio.

En conclusión, las altas abundancias zooplanctónicas observadas durante la primavera de 2021 en la zona de plataforma de la ZCP estarían favorecidas por las condiciones de temperatura y salinidad propias del área y época del año y por la influencia del frente de talud, que generan un ecosistema altamente productivo, evidenciado la presencia de altos valores de Cl *a* (~5 mg m^{-3}) en prácticamente toda el área de estudio

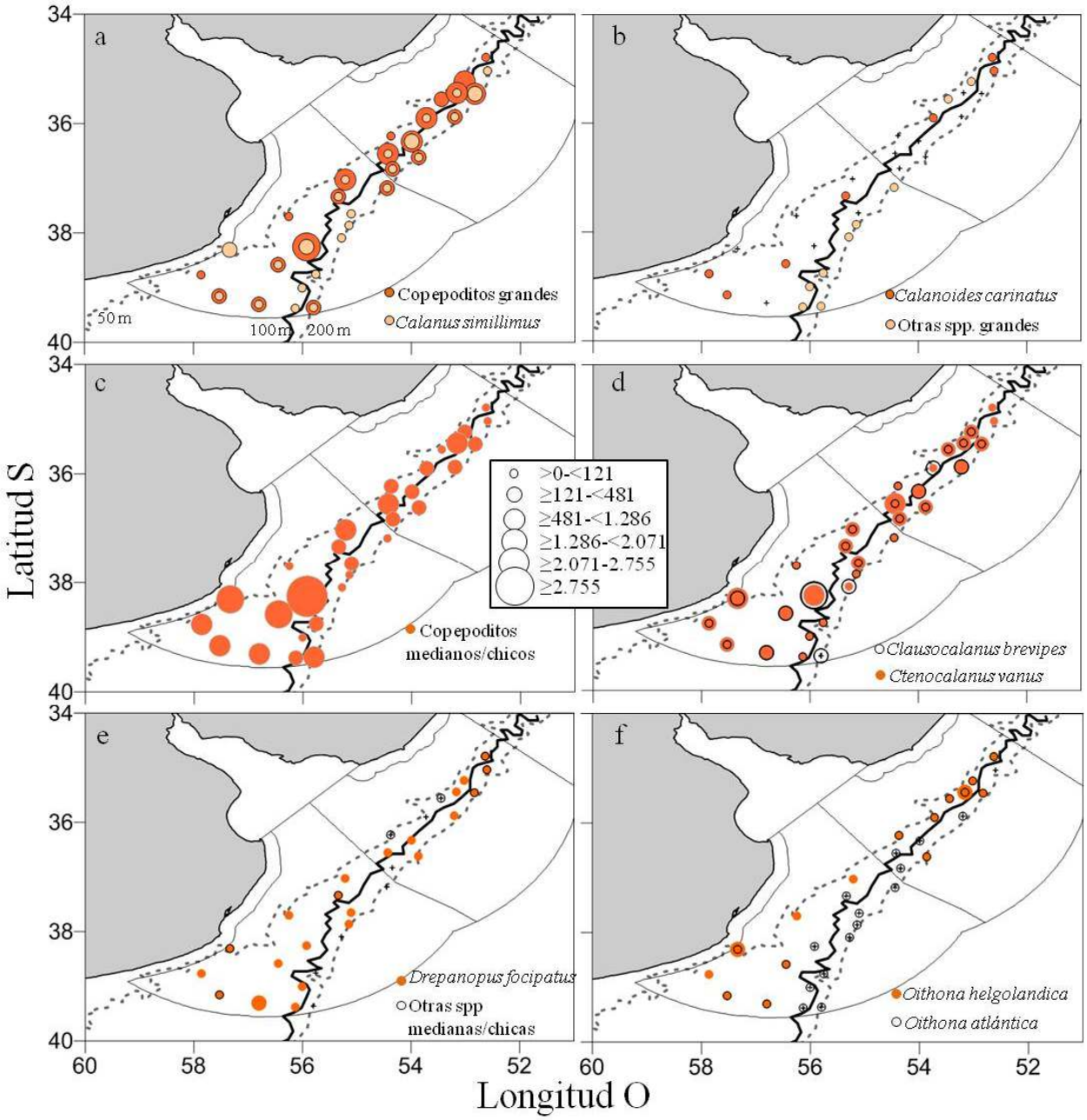

Figura 5. Distribución horizontal de las diferentes especies de copépodos en el área de estudio. Copépodos calanoideos grandes: a) copepoditos y adultos de *Calanus simillimus*; b) adultos de *Calanoides carinatus* y otras especies (spp.) de adultos grandes. Copépodos calanoideos y ciclopoideos medianos/chicos: c) copepoditos; d) adultos de *Clausocalanus brevipes* y *Ctenocalanus vanus*; e) adultos de *Drepanopus forcipatus* y otras especies (spp.) de adultos medianos/chicos; f) adultos de *Oithona helgolandica* y *O. atlántica*.

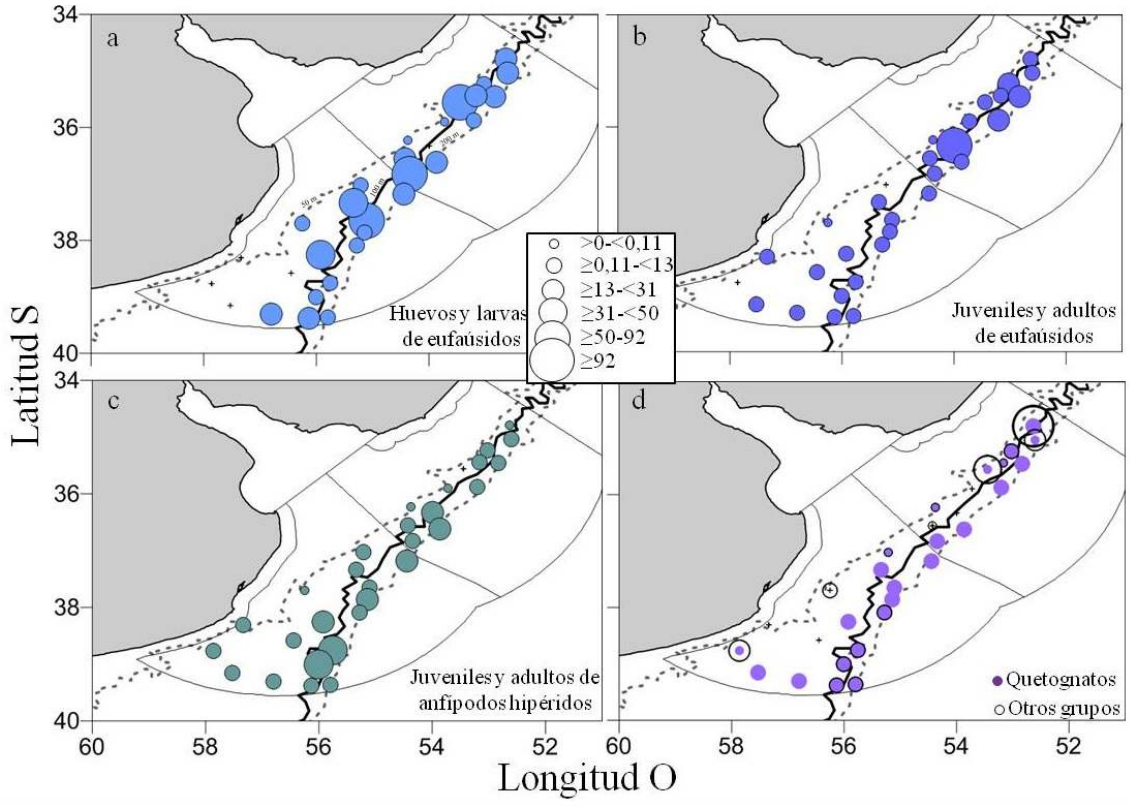

Figura 6. Distribución horizontal de otros grupos zooplanctóncos en el área de estudio. a) Huevos y larvas de eufaúsidos, b) juveniles y adultos de eufaúsidos; c) juveniles y adultos anfípodos hipéridos; d) quetognatos y otros grupos del mesozooplancton.

Esta época del año se caracteriza por la presencia de altas densidades de juveniles de merluza así como otros pequeños peces pelágicos como son la anchoíta, el surel y la caballa e invertebrados de importancia pesquera como es el caso de los juveniles del calamar *Illex argentinus*, quienes predan activamente sobre los grupos zooplanctónicos anteriormente mencionados, principalmente copépodos, eufaúsidos y anfípodos hipéridos (Angelescu 1982, Angelescu & Prenski 1987, Viñas & Ramírez 1996, Viñas et al. 1999, Padovani et al. 2011, Ivanovic 2012, Temperoni et al. 2018, Bellegia et al. 2019, Padovani 2020, Temperoni et al. 2021). Por este motivo la alta disponibilidad zooplanctónica favorecería tanto el éxito de reclutamiento como la alimentación de muchas poblaciones de peces e invertebrados de interés trófico pesquero. La ZCP está sujeta al efecto de la variabilidad climática que impacta sobre las poblaciones a diferentes escalas temporales (Acha *et al*. 2012[i], Buratti et al. 2022, Gianelli et al. 2023), que afectarían las abundancias y distribuciones de muchos grupos del plancton, con fuertes repercusiones sobre muchas de las especies de interés pesquero. Dado que el zooplancton es considerado un buen indicador de cambio climático, ya que su crecimiento, desarrollo y reproducción se ven estrechamente afectados por los cambios en el ambiente (Richardson 2008), el estudio sistemático de esta comunidad y su relación con las condiciones oceanográficas podría aportar, a mediano o largo plazo, una valiosa herramienta para conocer o predecir el éxito de supervivencia de los estadios más vulnerables de muchas especies de interés pesquero.

AGRADECMIENTOS

Agradecemos al personal del Programa “Pesquería de Merluza y Fauna Acompañante” del del INIDEP, a la tripulación del BIP “Eduardo Holmberg” y al Gabinete de Oceanografía Física por la toma de muestras a bordo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allega L., Braverman M., Cabreira A.G., Campodonico S., Colonello J., Derisio C., Di Mauro R., Firpo C., Gaitán E., Hozbor M.C., Irusta G., Lutz V., Marí N., Militelli M.I., Moriondo Danovaro P.I., Navarro G., Orlando P., Pájaro M., Prandoni N., Prosdocimi L., Reta R., Rico R., Riestra C., Segura V., Schejter L., Schiariti A., Souto V.S. & Veron E. (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: Instituto de Investigación y Desarrollo Pesquero INIDEP. 119pp.

Angelescu V. & Prensky L.B. (1987) Ecología trófica de la merluza común del Mar Argentino (Merlucciidae, *Merluccius hubbsi*): Dinámica de la alimentación analizada sobre la base de las condiciones ambientales, la estructura y las evaluaciones de los efectivos en su área de distribución, Parte 2. Contrib. Inst. Nac. Invest. Des. Pesq., 561: 205 pp.

Angelescu V. (1982) Ecología trófica de la anchoíta del Mar Argentino *(Engraulidae, Engraulis anchoita)*. Parte I. Morfología del sistema digestivo y alimentación. Zoología Neotropical, Actas del VIII Congreso Latinoamericano de Zoología (Ed. P.J. Salinas), Mérida, Venezuela, Vol. 2: 1317-1350.

Baldoni A., Molinari G., Guerrero R. & Kruk M. (2008) Base regional de datos oceanográficos (BaRDO) INIDEP. INIDEP Res. Rep, 13: 1-25.

Belleggia M., Alves N.M., Leyton M.M., Álvarez-Colombo G., 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.D. (2015) Identifying copepod functional groups from species functional traits. J Plankton Res, 38 (1): 159-166. https://doi.org/10.1093/plankt/fbv096.

Bezzi S.I., Renzi M., Irusta G., Santos B., Tringali L.S., Ehrlich M.D., Sánchez F., García de La Rosa S.B., Simonazzi M. & Castrucci R. (2004) Caracterización biológica y pesquera de la merluza (*Merluccius hubbsi*). En: Sánchez R.P. & Bezzi S.I. (Eds). El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Los peces marinos de interés pesquero. Caracterización biológica y evaluación del estado de explotación, Volumen 4, Public. Espec. INIDEP (Mar del Plata), 157-205.

Boltovskoy D (ed) (1999) South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden

Brun P., Payne M. R. & Kiørboe T. (2016). Trait biogeography of marine copepods–an analysis across scales. Ecol. Letters, 19 (12), 1403-1413.

Buratti C.C., Cortés F., Gaviola S., Martos P., Prosdocimi L., Seitune D. & Verón E. (eds) (2022) Estado del conocimiento de los efectos del cambio climático en el Océano Atlántico Sudoccidental sobre los recursos pesqueros y sus implicancias para el manejo sostenible. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 225 pp.

Carreto J.I., Lutz V.A., Carignan M., Cuchi Colleoni A.D. & De Marcos S.G. (1995) Hydrography chlorophyll *a* in a transect from the coast to the shelf-break in the Argentinian sea. Cont. Shelf Res.,15: 315-336.

Carreto J.I., Carignan M.O., Montoya N.G. & Cucchi Colleoni A.D. (2007) Ecología del fitoplancton en los sistemas frontales del Mar Argentino. In: Sánchez R.P. & Bezzi S.I. (eds). El Mar Argentino y sus recursos pesqueros, 5. El ecosistema marino. Public. Espec. INIDEP (Mar del Plata): 11-31.

Carreto J.I., Montoya N.G., Carignan M.O. *et al*. (2016) Environmental and biological factors controlling the spring phytoplankton bloom at the Patagonian shelf-break front - Degraded fucoxanthin pigments and the importance of microzooplankton grazing. Progr Oceanogr, 146:1-21. https://doi.org/10.1016/j.pocean.2016.05.002.

Cepeda G.C., Di Mauro R., Martos P. & Viñas M.D. (2012) A section-sampling design to assess copepods and cladocerans distribution patterns in a highly complex hydrographic region (SW Atlantic Ocean, 34-41 ˚S): insights for a new time series? Braz. J. Oceanogr., 60 (3): 381-390.

Cepeda G.D., Temperoni B., Sabatini M.E., Viñas M.D., Derisio C., Santos B.A., Antacli J.C. & Padovani L.N. (2018) Zooplankton communities of the Argentine Continental Shelf (SW Atlantic, ca. 34°-55°S), an overview. En: Hoffmeyer M.S.; Sabatini, M.E.; *et al*. (eds), Plankton ecology of the Southwestern Atlantic. Springer, 586 pp.

Derisio C., Berghoff C., Molinari G., Negri R. & Silva R. (2018) Distribución y abundancia de la comunidad zooplanctónica en primavera (2016) y su relación con el ambiente en el área de distribución de prerreclutas de merluza (*Merluccius hubbsi*) del efectivo norte. Frente Marit., 25: 89-104.

Di Mauro R., Capitanio F. & Viñas M.D. (2009) Capture efficiency for small dominant mesozooplankters (Copepoda, Appendicularia) off Buenos Aires province (34ºS-41ºS). Braz. J. Oceanog., 57 (3): 205-214.

Dogliotti A.I., Lutz V.A. & Segura V. 2014. Estimation of primary production in the southern Argentine continental shelf and shelf-break regions using field and remote sensing data. RSE, 140: 497-508.

Fernández Aráoz N.C., Pérez Seijas G.M., Viñas M.D. & Reta R. (1991) Asociaciones zooplanctónicas de la Zona Común de Pesca argentino-uruguaya en relación con parámetros ambientales. Primavera 1986. Frente Marit., 8: 85-99.

Gianelli I., Orlando L., Cardoso L.G., Carranza A., Celentano E., Correa P., De la Rosa A., Doño F., Haimovici M., Horta S., Jaureguizar A.J., *et al*. (2023) Sensitivity of fishery resources to climate change in the warm-temperate Southwest Atlantic Ocean. Reg. Environ. Change, 23: 49pp.

Giesecke R. & González H.E. (2004) Feeding of *Sagitta enflata* and vertical distribution of chaetognaths in relation to low oxygen concentrations. J. Plankton Res., 26: 475-486.

Guerrero R.A. & Piola A.R. (1997) Masas de agua en la plataforma continental. El mar argentino y sus recursos pesqueros, 1: 107-118.

Harkins G., D'Amato M.E., Gibbons M.J. (2013) Self-maintaining or continuously refreshed? The genetic structure of Euphausia lucens populations in the Benguela upwelling ecosystem. J. Plankton Res., 35 (5): 982-992. HTTPS://DOI.ORG/10.1016/BS.AMB.2019.02.002.

Havermans C., Auel H., Hagen W., Held C., Ensor N.S. & Tarling G.A. (2019) Predatory zooplankton on the move: *Themisto* amphipods in high-latitude marine pelagic food webs. Adv. Mar. Biol., 82: 52-92.

Holm-Hansen O., Lorenzen C.J., Holms R.W. & Strickland J.D.H. (1965) Fluorometric determination of Chlorophyll. J. Cons. Perm. Int Explor. Mer., 30: 43-15.

Ivanovic M.L. (2012) Alimentación del calamar *Illex argentinus* sobre la plataforma bonaerense durante la primavera de 2011. INIDEP Inf. Inv., 18: 6 pp.

Louge E., Molinari G. & Castrucci R. (2014) Distribución del efectivo norte (34 °S-41 °S) de merluza (*Merluccius hubbsi* Marini, 1933) en relación con los parámetros ambientales durante fines del invierno 2000-2008. Rev. Invest. Desarr. Pesq., 24: 59-74.

Lucas A.J., Guerrero R.A. & Mianzan H.W. (2005) Coastal oceanographic regimes of the Northern Argentine Continental Shelf (34-43°S). Estuar. Coast. Shelf Sci., 65: 405-420.

Lutz V.A. & Carreto J.I. (1991) A new spectrofluo-rometric method for the determination of chlorophylls and degradation products and its application in two frontal areas of the Argentine Sea. Cont. Shelf Res., 11: 433-451.

Lutz V.A., Segura V., Dogliotti A.I., Gagliardini D.A., Bianchi A.A. & Balestrini C.F. (2010) Primary production in the Argentine Sea during spring estimated by field and satellite models. J. Plankton Res., 32 (2): 181-195.

Marrari M., Viñas M.D., Martos P. & Hernández D. (2004) Spatial patterns of mesozooplankton distribution in the Southwestern Atlantic Ocean (34°S–41°S) during austral spring: relationship with the hydrographic conditions. ICES J. Mar. Sci., 61: 667-679.

Martos P. & Picolo M.C. (1988) Hidrography of the argentine continental shelf between 38° and 42° S. Cont. Shelf Res., 8: 1043-1056.

Molinari G.N., Baldoni A.G., Cozzolino E. & Allega L. (2017) Caracterización termohalina estacional en el Río de la Plata, su Frente Marítimo y la Zona Común de Pesca argentino0-uruguaya. 18**°** Simposio CTMFM, Tigre, Argentina. Ambiente, panel 9, Poster.

Möller O.Jr., Piola A.R., Freitas A.C. & Campos E.J.D. (2008) The effects of river discharge and seasonal winds on the shelf off southeastern South America. Cont. Shelf Res., 28: 1607-1624.

O' Reilly J.E., Maritorena S., Mitchell B.G., Siegel D.A., Carder K.L., Garver S.A., Kahru M. & Mc Clain C.R. (1998). Ocean color chlorophyll algorithms for SeaWiFS, J. Geophys. Res.,103: 24937-24953. doi: 10.1029/98JC02160.

Padovani L.N., Viñas M.D., Pájaro M. (2011) Alimentación de *Engraulis anchoíta* en la plataforma bonaerense y su relación con el frente del Rio de la Plata. INIDEP Inf. Inv., 11: 6 pp.

Padovani L.N. (2020) Dieta y actividad trofica de la anchoíta bonaerense (*Engraulis* anchoíta). Campaña EH-02/19. INIDEP Inf. Inv., 68: 10 pp.

Pakhomov E.A. & Perissinotto R. 1996. Trophodynamics of the hyperiid amphipod *Themisto gaudichaudi* in the South Georgia region during late austral summer. Mar. Ecol. Prog. Ser., 134: 91-100. https://doi.org/10.3354/meps134091.

Peterson A., Carl P., Li B., Chirico K., Bennett J., & Ellis J. (2020). Performance Analytics: Econometric tools for performance and risk analysis. R package version 2.0.4. https://CRAN.R-project.org/package=PerformanceAnalytics.

Piola A.R. & Matano R.P. (2001) Brazil and Falklands (Malvinas) currents. In: Steele, J.M., Thorpe, S.A., Turekian, K.K. (Eds.), Encyclopedia of Ocean Sciences, 2nd ed. Academic Press, London, 340-349.

Piola A.R., Martínez Avellaneda N., Guerrero R.A., Jardon F.P., Palma E.D., Romero S.I. (2010) Malvinas-slope water intrusions on the northern Patagonia continental shelf. Ocean Sci., 6: 345-359. https://doi.org/10.5194/os-6-345-2010.

Prenski L.B. & Sanchez F. (1988) Estudio preliminar sobre asociaciones ícticas en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. Com. Téc. Mix. Frente Marit., 4: 75-87.

Prenski L.B. & Bezzi S.I. (1991) Interdependencia de la estructura de talla de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y los factores abióticos y bióticos. Estimación cuantitativa del canibalismo en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. Frente Marit., 8(A): 7-28.

Ramírez F.C. (1970) Copépodos planctónicos del sector bonaerense del Atlántico Sudoccidental. Proyecto Desarrollo Pesq. Publ. (Ser. Inf. Téc.), 10: 1-116.

Ramírez F.C. (1971) Copépodos planctónicos de los sectores bonaerense y norpatagónico. Resultados de la Campaña Pesquería III. Rev. Mus. La Plata. Secc. Zool.,11: 73-94.

Ramírez F.C. (1973) Eufáusidos de la expedición oceanográfica "Walther Herwig" 1966. Buenos Aires: Asociación Argentina de Ciencias Naturales. Physis, 32 (84): 105-114.

Ramírez F.C. (1981) Zooplancton y producción secundaria. I. Distribución y variación estacional de los copépodos. En: Campañas de investigación pesquera realizadas en el Mar Argentino por los B/I Shinkai Maruy Walter Herwigy el B/P Marburg. Años 1978 y 1979 (Contribuciones. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero). V. Angelescu (ed.) 383: 202-212. Mar del Plata, Argentina.

Ramírez F.C. & Viñas M.D. (1985) Hyperiid amphipods found in Argentine shelf waters. Physis, Secc. A: 43 (104): 25-37.

Ramírez F.C. & Pérez Seijas G.M. (1985) New data on the ecological distribution of cladocerans and firts local observations on reproduction of *Evadne nordmanni* and *Podon intermedius* (Crustacea, Cladocera) in Argentine sea waters. Physis (Buenos Aires), sec A 43 (105): 131-143.

Richardson A.J. (2008) In hot water: zooplankton and climate change. ICES J. Mar. Sci., 65: 279-295.

Romero S.I., Piola A.R., Charo M. & Garcia C.A.E. (2006) Chlorophyll-a variability off Patagonia based on SeaWiFS data. J. Geophys. Res., 111: C05021. https://doi.org/ 10.1029/2005JC003244.

Santos B.A. & Ramírez F.C. (1991) Variación estacional de las asociaciones de copépodos en una transecta de la plataforma argentina. Bolm. Oceanogr. São Paulo, 39 (1): 71-86.

Sato N.E., Hernández D. & Viñas M.D. (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.

Schlitzer R. (2023) Ocean Data View. (https://odv.awi.de).

Segura V., Berghoff C.F. & Lutz VA. (2022). Protocolo para la determinación de la concentración de Clorofila a en agua de mar. INIDEP Inf. Procedim. Operac., 2: 19 pp.

Segura V., Lutz V.A., Dogliotti A., *et al* (2013). Phytoplankton types and primary production in the Argentine Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser., 491: 15-31. https://doi.org/10.3354/meps10461.

Viñas M.D., Santos B.A. & Fernandez Araoz N.C. (1994) Biomasa y composición del zooplancton de interés trófico pesquero en el área del Atlántico Sudoccidental. Campaña OB-02/91, Zona Común de Pesca Argentina-Uruguaya, mayo-junio 1991. INIDEP Inf. Inv., 2: 35-42.

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

Viñas M.D., Sánchez F., Marrari M., (1999) Zooplancton, hidrografía y ecología trófica de la caballa (*Scomber japonicus*) en el área de El Rincón (39–41°S). Paper presented at the 8th COLACMAR, Trujillo, Perú, 17-21 October 1999.

Viñas M.D., Negri R., Ramírez F.C. & Hernández D. (2002) Zooplankton assemblages and hydrography in the spawning area of anchovy (*Engraulis anchoita*) off Río de la Plata estuary (Argentina-Uruguay). Mar. Freshwater Res., 53 (6): 1031-1043.

Viñas M.D., Ramírez F.C., Santos B.A., Marrari M. (2007) Spatial and temporal distribution patterns of Cladocera in the Argentine Sea. Hydrobiologia, 594: 59-68. DOI 10.1007/s10750-007-9077-2.

Viñas M.D., Marrari M., Di Mauro R., Padovani L. & Cepeda G.C. (2013) El zooplancton del hábitat reproductivo de la población bonaerense de anchoíta (*Engraulis anchoita*), con especial énfasis en crustáceos. Rev. Invest. Desarr. Pesq., 23: 125-144.

Temperoni B., Massa A.E., Derisio C., Martos P., Berghoff C. & Viñas, M.D. (2018) Effect of nursery ground variability on condition of age 0+ year *Merluccius hubbsi*. J Fish Biol., 93: 1090-1101.

Temperoni B., Luz C.M., Berghoff C., Derisio C. & Massa A.E. (2021) The effect of physical and biological variables upon condition of *Merluccius hubbsi* (age-0+) of the northern stock (argentine shelf, SW Atlantic Ocean). J Mar. Syst., 224: 103-620.

i

Climate-induced year-class fluctuations of whitemouth croaker Micropogonias furnieri (Pisces, Sciaenidae) in the Río de la Plata estuary, Argentina-Uruguay

Acha, Eduardo Marcelo; Simionato, Claudia Gloria; Carozza, C.; Mianzan, Hermes Walter

Este trabajo debe citarse como:

Derisio C., Berghoff C., Allega L., Fernández Acuña J.M. (2025). Composición, abundancia y distribución del zooplancton primaveral de interés trófico pesquero en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCP). Contr. XIX Simposio Científico de la CTMFM – Colonia, Uruguay. Noviembre 2022. Frente Marítimo 27: 47- 55.