

Distribución horizontal y vertical de la comunidad de zooplancton en la Unidad de Manejo B de la pesquería de vieira patagónica (*Zygochlamys patagonica*)

F. Alejandro Puente-Tapia, Agustín Schiariti y Silvana Campodónico

Citar como:

Puente-Tapia FA, Schiariti A, Campodónico S. 2023. Distribución horizontal y vertical de la comunidad de zooplancton en la Unidad de Manejo B de la pesquería de vieira patagónica (*Zygochlamys patagonica*). Inf Investigación INIDEP N° XXX/XX, xx pp.



Distribución horizontal y vertical de la comunidad de zooplancton en la Unidad de Manejo B de la pesquería de vieira patagónica (*Zygochlamys patagonica*)

F. Alejandro Puente-Tapia¹⁻², Agustín Schiariti¹⁻² y Silvana Campodónico²

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Mar del Plata, Argentina.

² Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata, Argentina

Resumen

La comunidad de zooplancton en la Unidad de Manejo B de la distribución espacial de la vieira patagónica (*Zygochlamys patagonica*) fue descrita en términos de diversidad, abundancias y distribución horizontal y vertical, ésta última considerando dos estratos de profundidad (por encima y debajo de la termoclina, °C) durante diciembre de 2022 (finales de la primavera). La termoclina osciló entre 33 y 50 m (promedio=43 m) con una temperatura en esta profundidad entre los 6,2 y 6,9°C (promedio=6,4°C). La salinidad mostró una distribución homogénea tanto en el sentido vertical como en el horizontal. Se identificaron 17 grupos morfológicos, siendo los copépodos el grupo más abundante (95,6% de la abundancia total), seguido de las larvas nauplii de copépodos (2,6%). No se observaron diferencias significativas ($p>0,05$) de las abundancias zooplanctónicas tanto en el sentido horizontal (entre las estaciones de muestreo) como en el vertical (entre estratos de profundidad). De esta manera, durante el periodo de muestreo, el área de estudio representó una región dominada por los copépodos, con una distribución homogénea de las concentraciones de zooplancton tanto en la columna de agua, como en el área de trabajo.

Palabras Clave

Mar Argentino, talud continental, copépodos, larva veliger, dominancia

Introducción

La Unidad de Manejo B (UMB) de la distribución espacial de la vieira patagónica (*Zygochlamys patagonica*) está asociada a las isobatas de 100 y 200 m de profundidad en la parte norte del sistema frontal del talud continental del Mar Argentino (Lasta y Bremec 1999), la cual representa una región de transición entre aguas subtropicales (Corriente de Brasil) y subantárticas (Corriente de Malvinas) (Guerrero y Piola 1997) del Atlántico sudoccidental, por lo que se caracteriza por ser una zona de alta productividad, máximos de nutrientes y clorofila-a (Gordon y Greengrove 1986; Piola y Matano 2001; Acha et al. 2004). Este aspecto trae como consecuencia la formación de una elevada producción biológica, tanto de fitoplancton como zooplancton (Carreto et al. 1986), los cuales, por efecto de la hidrodinámica de la región, quedan retenidos y concentrados junto con el material particulado (Tremblay y Sinclair 1992; Mann y Lazier 1996; Guerrero y Piola 1997), provocando que el área funcione como una región de alimentación de numerosas especies, favoreciendo la reproducción y desove de las mismas (e.g., Brunetti et al. 2000; Ciocco et al. 2006).

El estudio del zooplancton es importante debido a que representan una conexión clave entre la comunidad de la columna de agua y la comunidad bentónica (acoplamiento bento-pelágico) (ver Cepeda et al. 2018), determinando de manera directa la distribución espacial de las especies que dependen del zooplancton como fuente de alimento (Braker et al. 2001; Mujica 2006). A su vez, el análisis de esta comunidad pelágica en áreas donde se distribuyen especies de importancia pesquera, es necesario para comprender aspectos sobre su dinámica poblacional e historias de vida, lo cual



contribuye con información clave acerca de las respectivas pesquerías, tales como las tasas de reclutamiento, periodos reproductivos, entre otros. El hecho de que muchas especies incluyan en su ciclo de vida estadios larvales distribuidos en el ambiente pelágico (e.g., vieira patagónica), enfatiza la importancia de analizar el zooplancton para determinar el periodo de ocurrencia y patrones espacio-temporales de su distribución, ya que estas fases pelágicas tempranas funcionan como una etapa de dispersión espacial, principalmente en aquellas especies que tienen poca movilidad en la vida adulta (Alexander y Roughgarden 1996; Cowen et al. 2000; Orensanz et al. 2006).

De esta manera, los objetivos de este trabajo realizado en conjunto entre el Gabinete de Zooplancton y el Programa de Pesquerías de Moluscos Bentónicos se orientan a caracterizar la comunidad de zooplancton en términos de diversidad y distribución espacial de sus abundancias en el sentido horizontal y vertical, a fin de identificar posibles patrones espacio-temporales en la región. Además, ésta caracterización permitirá determinar la presencia, abundancias y distribución de las larvas veliger de vieira patagónica para contribuir con la información disponible sobre el reclutamiento de este recurso pesquero.

Materiales y métodos

Toma de las muestras

El material analizado proviene de la campaña de investigación VA-07/22 realizada a bordo del BIPO “Victor Angelescu” del INIDEP entre el 3 y 21 de diciembre de 2022 (finales de la primavera) en la UMB de vieira patagónica (38°-40°S; 55,5°-56,5°W) en un total de 10 estaciones oceanográficas (Fig. 1). Las muestras de zooplancton fueron recolectadas por medio de una Multirred HydroBios provista de una boca de 0,5 x 0,5 m de apertura, cuatro redes colectoras con sistema de apertura-cierre (dos con mallas de 67 μm de poro de filtrado y dos de 200 μm), así como de un flujómetro digital para determinar el volumen de agua filtrada por cada red (m^3). Los arrastres de zooplancton fueron diurnos y de forma oblicua en dos diferentes estratos de profundidad, los cuales abarcaron, en conjunto, desde la superficie hasta la profundidad máxima posible de cada estación (entre 94 y 130 m).

Los estratos de muestreo fueron definidos en base a la profundidad de la estratificación de la columna de agua considerando la profundidad de la termoclina ($^{\circ}\text{C}$), siendo determinada por medio de un CTD Seabird modelo SBE 9. El estrato I fue considerado desde la superficie hasta la profundidad de la estratificación del agua, mientras que, el estrato II se consideró desde este punto hasta la proximidad del fondo. Las redes de 67 μm fueron utilizadas durante el muestreo de descenso, cada una cubriendo un estrato de profundidad. Las redes de 200 μm se usaron durante el muestreo de ascenso considerando los mismos estratos definidos durante la maniobra de descenso de la Multirred.

Previo a la fijación del material zooplanctónico recolectado, se separó una fracción de las muestras de 67 μm de cada estación de muestreo, conservándose en alcohol al 96% y guardadas a una temperatura de -20°C para realizar futuros análisis genéticos a las larvas veliger a fin de identificar las especies de bivalvos presentes en la región, ya que hasta ahora, se han reportado al menos tres especies más de este tipo de moluscos (ver Martin et al. 1995; Schejter et al. 2010; Escolar et al. 2018). El resto de la muestra zooplanctónica fue fijada en una solución de formaldehído al 4% en agua de mar y neutralizado con Borato de Sodio.

El análisis detallado de la variabilidad hidrológica de toda el área de estudio fue llevado a cabo por el Gabinete de Oceanografía del INIDEP, por lo que en el presente informe se reporta la variación de la profundidad de la estratificación de la columna de agua, la variabilidad de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y salinidad (ups) solo en las estaciones donde se realizó muestreo de zooplancton.



Análisis de los datos

En el laboratorio, cada muestra fue mecánicamente homogeneizada para garantizar una distribución aleatoria de los organismos. Posteriormente, se realizaron alícuotas de volumen variable cuya proporción dependió de la densidad de cada muestra. Los organismos fueron cuantificados y sus abundancias fueron referidas como individuos por metro cúbico (ind.m^{-3}) respecto del volumen filtrado de cada red. La identificación de los organismos se realizó a grandes grupos. A fines del presente informe, solo se analizaron las muestras colectadas por las redes de $67 \mu\text{m}$ debido a la presencia de organismos de tallas chicas y, tal y como se observó previamente (Puente-Tapia et al. 2022), este tamaño de apertura de malla es adecuada para la retención de las larvas veliger.

Los organismos de cada fracción de tamaño de la comunidad de zooplancton fueron medidos para identificar la presencia de individuos del micro- ($<0,2 \text{ mm}$), meso- (entre $0,2$ y 20 mm) y macrozooplancton ($2-20 \text{ cm}$) (ver Sieburth et al. 1978). Para caracterizar a la comunidad, se calcularon las abundancias totales, medias y relativas de cada grupo (AR: contribución media de cada grupo a la abundancia total), así como su frecuencia de ocurrencia (FO%: número de estaciones con presencia del componente i /número de estaciones totales*100). Se efectuó una clasificación jerárquica de la dominancia de los grupos de zooplancton en cuatro diferentes categorías en base al método no paramétrico de Olmstead-Tukey considerando los valores de las variables continuas de AR% y FO% (Sokal y Rohlf 1995). En el caso de la AR se consideró su valor de $\log(x+1)$. El criterio de discriminación fue por medio del promedio de la FO en el eje de las “x” y del promedio de la AR en el eje de las “y”. De esta manera, las categorías definidas fueron las siguientes: 1) dominantes (grupos con AR% y FO% superiores al promedio de ambas variables), 2) comunes (AR% inferior a su promedio, pero con FO% superior a su promedio), 3) ocasionales (AR% superior al promedio, pero con FO% inferior al promedio) y 4) raras (AR% y FO% menores a sus promedios).

En primera instancia, se determinó la distribución vertical y horizontal de la comunidad zooplanctónica en conjunto, considerando los datos de presencia/ausencia y de AR. Posteriormente se analizó de forma particular para los grupos más abundantes y para las larvas veliger debido a los objetivos planteados. Para el análisis vertical, se determinó los valores de abundancias en cada estrato de profundidad. Las posibles diferencias significativas ($p<0,05$) entre el estrato I de profundidad (encima de la termoclina) y el estrato II (debajo de la termoclina) fueron evaluadas por medio de la prueba de t -student (Sokal y Rohlf 1995).

En el caso de la distribución horizontal, se consideró la abundancia total en cada estación de muestreo. Las posibles diferencias significativas de las abundancias entre estaciones fueron evaluadas por medio de una prueba de ANOVA de una vía, con un análisis *post hoc* de comparación múltiple de Tukey en caso de observarse diferencias (Zar 1999). Las abundancias fueron previamente transformadas por medio de su valor de $\log(x+1)$ para cumplir el supuesto de homogeneidad de varianzas (prueba de Levene).

Resultados

Oceanografía

La profundidad de la termoclina en la UMB varió entre 33 y 50 m (promedio= 43 m), con una temperatura en esta profundidad que varió entre los $6,2$ y $6,9^\circ\text{C}$ (promedio= $6,4^\circ\text{C}$) (Fig. 2A). Por su parte, la salinidad presentó una distribución homogénea tanto en el sentido vertical como horizontal, con valores que oscilaron entre $33,6$ y $33,9 \text{ ups}$ (Fig. 2B). Se observó una diferencia térmica de $8-10^\circ\text{C}$ entre la capa superficial y el agua por debajo de la termoclina (Fig. 2A). La distribución espacial de la temperatura media del estrato I (encima de la termoclina) mostró que los valores más bajos ($10,2^\circ\text{C}$)



se observaron en el sector sur, incrementando hacia la zona norte, registrándose valores medios mayores a 14,0°C. El valor máximo puntual en este estrato fue de 18,0°C, mientras que, el valor mínimo fue de 6,3°C. En el estrato II (por debajo de la termoclina), la distribución espacial de la temperatura fue homogénea, con valores promedio por estación que oscilaron entre 6,2 y 6,7°C. El valor más alto fue de 7,7°C y el más bajo 6,1°C (Fig. 2C-D).

Comunidad de zooplancton

Diversidad y distribución espacial (horizontal-vertical)

La descripción cualitativa del zooplancton del área de estudio estuvo caracterizada por un total de 17 grupos morfológicos representados tanto por organismos en estadios tempranos (huevos y larvas) como por juveniles y adultos (Tabla 1). El grupo más abundante fue el de los copépodos (juveniles y adultos), seguido de las larvas nauplii de copépodos, sumando en conjunto poco más del 98% de la abundancia total (ver más adelante). El 0,8% (330,8 ind.m⁻³) de la abundancia total de la comunidad planctónica correspondió a organismos del microzooplancton (<200 µm), el cual estuvo caracterizado únicamente por los foraminíferos y las larvas veliger, mientras que, el 99,3% (43915,0 ind.m⁻³) estuvo representada por individuos del mesozooplancton (entre 0,2 y 20 mm), el cual agrupó al resto del zooplancton.

La distribución horizontal de las abundancias totales de cada estación de muestreo no mostró una variación significativa (ANOVA, $F=0,48$, $p>0,9$) (Fig. 3), indicando una homogeneidad en términos de la distribución de las concentraciones zooplanctónicas (Fig. 4). La abundancia total en el estrato I fue de 29.240,7 ind.m⁻³ (66,1% de la abundancia total), mientras que, en el estrato II (debajo de la termoclina) fue de 15.005,2 ind.m⁻³ (33,9%) (Tabla 1; Fig. 4). Con excepción de la estación de muestreo del extremo sur, no se observaron diferencias significativas entre las abundancias de ambos estratos (t-student, $p>0,05$). De esta manera, el área de estudio durante el periodo de muestreo estuvo caracterizada por cierta homogeneidad en la distribución de las abundancias tanto en el sentido horizontal como en el vertical.

Grupos más abundantes

Copépodos

Este grupo representó el 95,6% de la abundancia total, caracterizados por la presencia de organismos en estadios de copepoditos y adultos (incluyendo hembras ovígeras). Estos crustáceos estuvieron presentes en todas las estaciones de muestreo y en ambos estratos de profundidad (FO=100%) (Tabla 2 y Fig. 4). Su abundancia total a lo largo del área de estudio fue de 42.277,9 ind.m⁻³ (promedio=4.227,8 ind.m⁻³; DE=3.524,2). En el sentido horizontal, se observaron abundancias relativamente elevadas en todas las estaciones de muestreo, mostrando cierta homogeneidad en la distribución espacial (Fig. 4). Verticalmente, el 67,7% de su abundancia total (28.603,4 ind.m⁻³) se distribuyó en el estrato I, mientras que, el estrato II representó el 32,3% restante (13.674,5 ind.m⁻³) (Tabla 2). No se observaron diferencias significativas entre ambos estratos ($t=0,01$, g.l.=18, $p=0,9$) a pesar de que numéricamente en la mayoría de las estaciones de muestreo el estrato I tuvo mayores abundancias. En ambos estratos, los copépodos fueron clasificados como dominantes de acuerdo con la jerarquización de la dominancia de Olmstead-Tukey (Tabla 2).



Larvas nauplii de copépodos

Este estadio larval representó el 2,6% de la abundancia total, mostrando una FO=50% en las estaciones de muestreo, con una abundancia total de 1.140,8 ind.m⁻³. Su distribución horizontal no tuvo una variación espacial clara. Se observaron solo en la región centro-sur del área de estudio, con los valores más altos en las estaciones del extremo sur, decreciendo hacia la parte media de la región (Fig. 4). En el sentido vertical estuvieron presentes en ambos estratos de profundidad, en donde fueron clasificadas como un grupo ocasional (Tabla 2). Su abundancia en el estrato I fue de 274,1 ind.m⁻³ (24,0% de su abundancia total) y en el estrato II fue de 866,7 ind.m⁻³ (76,0%). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en las abundancias entre ellos ($t=-0,54$, g.l.=18, $p=0,6$).

Larvas veliger

Este estadio larval de bivalvo estuvo presente en todas las estaciones de muestreo (FO=100%) pero en bajas abundancias, representando solo el 0,7% de la abundancia total de la comunidad de zooplancton. Dependiendo de la estación de muestreo, la distribución horizontal de sus concentraciones osciló entre 0,03 y 130,4 ind.m⁻³ (promedio=32,9 ind.m⁻³, DE=38,3), mostrando un patrón espacial en donde los valores más bajos (<0,2 ind.m⁻³) se observaron en la zona sur, incrementando hacia la zona central y norte, alcanzando su valor puntual más alto en la estación del extremo N-O (130,4 ind.m⁻³) (Tabla 2 y Fig. 4).

Estas larvas estuvieron presentes en ambos estratos de profundidad en todas las estaciones de muestreo (Fig. 3), con una abundancia total en el estrato I de 174,0 ind.m⁻³ (promedio=17,4 ind.m⁻³, DE=22,5), representando el 52,9% de su abundancia total. El valor máximo (69,7 ind.m⁻³) se observó en la estación del extremo N-O. En el estrato II, su abundancia fue de 154,9 ind.m⁻³ (promedio=15,5 ind.m⁻³, DE=18,9) siendo el 47,1% de su abundancia total. Numéricamente, se observó que las abundancias fueron mayores en el estrato II en la parte central-sur, mientras que, hacia la región norte, las abundancias fueron mayores en el estrato I (Fig. 4). Sin embargo, estadísticamente no se observaron diferencias significativas en las abundancias entre ambos estratos ($t=-0,16$, g.l.=18, $p=0,87$).

La estructura de tallas (largo de la valva) mostró que el tamaño de las larvas veliger osciló entre 0,1 y 0,4 mm. El 11,6% de las larvas veliger se agruparon dentro de la categoría de microzooplancton debido a sus tallas <0,2 mm, mientras que el 88,5% restante se agrupó dentro del mesozooplancton (>2 mm) (Fig. 5).

Discusión

Oceanografía

El área de estudio se localiza dentro de la zona de influencia de uno de los frentes térmicos del talud continental del Mar Argentino, los cuales solo se observan durante el periodo cálido (primavera-verano) cuando la plataforma continental se estratifica verticalmente por el calentamiento de la capa de mezcla superficial (Guerrero et al. 1997). En el caso del área de estudio, se caracteriza por la presencia de dos capas (una superficial y una de fondo) separadas por una pronunciada termoclina entre los 30 y 40 m (ver Fig. 3, Guerrero et al. 1997), la cual puede presentar una diferencia térmica de 8°C entre ellas (ver Fig. 2, Piola et al. 2018). En contraste, la distribución de la salinidad muestra un campo verticalmente homogéneo (ver Fig. 3, Guerrero et al. 1997). Nuestros resultados corresponden con estos antecedentes, ya que la termoclina se observó en un promedio de 43 m de profundidad, con una diferencia térmica entre las capas de 8 y 10°C, mientras que la salinidad tuvo una distribución vertical y horizontal homogénea, oscilando entre los 33,6 y 33,9 ups.



Comunidad de zooplancton

La presencia de estadios inmaduros de copépodos, larvas pelágicas de invertebrados bentónicos, de decápodos y de huevos de peces sugiere que el área de estudio es una zona de reproducción y cría de estos grupos, al menos durante la estación del año estudiada. Considerando la relevancia pesquera de la región, el hecho de observar organismos característicos de diferentes tipos de tramas tróficas, incluyendo copépodos omnívoros, larvas de apendicularias, eufáusidos, anfípodos y misidáceos (ver Ramírez 2016; Cepeda et al. 2018, 2020), hace énfasis en la importancia ecológica de la zona, ya que estos grupos son claves en la transmisión de la energía dentro del sistema, incluyendo a la comunidad bentónica (e.g., Cepeda et al. 2020). Estos organismos pelágicos se ven favorecidos por la alta disponibilidad de nutrientes (ver Fig. 2, Romero et al. 2006), así como por los rangos apropiados de temperatura y salinidad para llevar a cabo su desarrollo y reproducción, haciendo de la región un sector idóneo para la presencia de altas abundancias zooplanctónicas (Tremblay y Sinclair 1992; Mann y Lazier 1996; Guerrero y Piola 1997; Guerrero et al. 1997).

La variación en la dominancia es una característica común dentro del zooplancton, mostrando escalas que oscilan a nivel espacial y temporal, las cuales, en conjunto determinan la sucesión típica de las especies dentro de la comunidad pelágica (Boero 1994). En este caso, los antecedentes del área muestran que, durante el periodo de la parte final del invierno (mediados de agosto-mediados de septiembre), las larvas veliger y los copépodos fueron las dos agrupaciones dominantes, representando cada una cerca del 26% de la abundancia total (Puente-Tapia et al. 2022). Por el contrario, durante el periodo final de la primavera (presente estudio), los copépodos fueron el grupo dominante con más del 95% de la abundancia total, mientras que, las larvas veliger representaron menos del 1%. Este incremento de la dominancia de los copépodos, en contraste con lo observado con las larvas veliger (ver Puente-Tapia et al. 2022), se puede atribuir a los diferentes periodos y tasas reproductivas de cada grupo, los cuales son el resultado de la influencia de las distintas condiciones ambientales (e.g., disponibilidad de alimento, temperatura y salinidad) y la adaptabilidad de las especies, lo cual favorece o limita su desarrollo y reproducción en determinadas épocas climáticas provocando una variación de las abundancias en el tiempo y espacio (ver Morgan 1995; Young 1995; Gasca y Suárez 1996; Boltovskoy 1999; Knights et al. 2006).

Los frentes marinos controlan el suministro de alimento para los organismos, ofreciendo así numerosos entornos físicos, en los que cada especie responde de manera diferente a cada uno de ellos (Giaccardi y Caloni 2022). Por ejemplo, las altas abundancias de los copépodos se deben en gran medida a que las elevadas concentraciones de fitoplancton del área de estudio (ver Acha et al. 2004; Rivas et al. 2006; Romero et al. 2006) son aprovechadas por los copépodos herbívoros para alimentarse e incrementar sus abundancias, mientras que, las especies carnívoras pueden utilizar el efecto de retención y concentración del frente marino sobre el zooplancton para alimentarse con mayor facilidad (ver Cepeda et al. 2018). Por su parte, la diversidad de copépodos de la región, es resultado de la mezcla de especies de origen subtropical (Corriente de Brasil), subantártico (Corriente de Malvinas) e incluso de aquellas provenientes del flujo del Río de la Plata (Cepeda et al. 2018). De esta manera, el funcionamiento de la comunidad planctónica y de los flujos biogeoquímicos de la región, están determinados por la presencia de grupos o especies claves, los cuales adquieren importancia por su dominancia, morfología, fisiología e historias de vida (Verity y Smetacek 1996). En este caso, los copépodos han sido identificados como un grupo clave en la región y, en general, en todo el Mar Argentino debido a sus altas abundancias, rangos latitudinales, ocurrencia a lo largo del año y a sus diversos roles en las redes tróficas (Cepeda et al. 2018; Cepeda et al. 2020).

En el área de estudio se observaron altas concentraciones zooplanctónicas, las cuales no mostraron diferencias estadísticamente significativas en su variación espacial en el plano horizontal y vertical,



indicando que la región representa una zona homogénea en términos de la distribución de las abundancias. La falta de un patrón evidente en la distribución vertical posiblemente se deba a que las tallas de los organismos, principalmente los del merozooplankton, les permitan cierta movilidad a través de la columna de agua, presentando una distribución más dispersa (e.g., Visser et al. 2001; Derisio et al. 2021). Sin embargo, en regiones como la plataforma Patagónica se ha identificado que sólo los estadios de huevos y nauplii de copépodos, así como los copepoditos mostraron un patrón vertical definido con mayores concentraciones en el estrato superior debido a su escasa movilidad, distribuyéndose de esta manera en sitios en donde se concentra su alimento (i.e., fitoplancton, bacterias, protozoos) (Turner 2004; Derisio et al. 2014 y referencias incluidas).

Consideraciones finales

Dentro de los intereses ecológicos y pesqueros que adquieren este tipo de estudios en áreas de importancia oceanográfica y comercial, los resultados presentados en este informe muestran la dominancia de los copépodos en la región, un grupo de gran relevancia en la transmisión de energía de la comunidad pelágica a la bentónica (Cepeda et al. 2018; Cepeda et al. 2020).

Si bien, la estructura de las comunidades depende en gran medida de aspectos físicos del sistema, ésta presenta una gran variabilidad interanual (Giaccardi y Caloni 2022), por lo que la implementación de muestreos periódicos permitiría dar continuidad en la descripción de esta comunidad pelágica e identificar si los patrones espacio-temporales hasta ahora observados, varían cada año en respuesta a los cambios ambientales. Por otra parte, los diferentes grupos del zooplankton pueden distribuirse en diferentes partes del sistema frontal (Giaccardi y Caloni 2022), por lo que, llevar a cabo muestreos en las diversas regiones del área de estudio, podría permitir la colecta de todas las fracciones del zooplankton, así como identificar de forma más fehaciente las zonas de mayores y menores abundancias.

En este estudio se llevó a cabo un muestreo en diferentes estratos de profundidad, sin embargo, para tener una descripción más detallada de la distribución vertical de las especies a fin de discernir si éstas muestran un mismo nicho ecológico y, por consiguiente, definir sus posibles interacciones tróficas y no tróficas, se recomienda para futuras prospecciones llevar a cabo muestreos con un mayor número de estratos de profundidad, continuando con el criterio de la estratificación de la columna de agua como punto de partida. Finalmente, el uso de redes zooplánctónicas con una apertura de malla de 67 μm , confirma ser un método adecuado para la colecta de las larvas veliger y su análisis espacial en la región.

Agradecimientos

Los autores agradecen a todo el personal de PREFECTURA Naval Argentina y al personal de operaciones del INIDEP por el apoyo en la toma del material zooplánctónico.

Bibliografía

- ACHA EM, MIANZAN HW, GUERERO RA, FAVERO M, BAVA J. 2004. Marine fronts at the continental shelves of austral South America. Physical and ecological processes. *J Mar Syst.* 44 (1-2): 83-105.
- ALEXANDRE SE, ROUGHGARDEN. 1996. Larval transport and population dynamics of intertidal barnacles: a coupled benthic/oceanic model. *Ecol Monogr.* 66 (3): 259-275.
- BOERO F. 1994. Fluctuations and variations in coastal marine environments. *Mar Ecol.* 15 (1): 3-25.
- BOLTOVSKOY D. 1999. South Atlantic Zooplankton. Primera edición. Leiden: Backhuys Publishers. 997 p.



- BREAKER L, LIU P, TORRENCE C. 2001. Intraseasonal oscillations in sea Surface temperature, wind stress, and sea level off the central California coast. *Cont Shelf Res.* 21 (2001): 727-750.
- BRUNETTI N, IVANOVIC M, AUBONE A, ROSSI G. 2000. Calamar: En: BEZZI S, AKSELMAN R, SOCHI E, editores. Síntesis del estado de las pesquerías marítimas argentinas y de la Cuenca de la Plata. Años 1997-1998, con una actualización de 1999. Mar del Plata: INIDEP. p. 104-116.
- CARRETO JI, BENAVIDES H, NEGRI R, GLORIOSO P. 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 G, TEMPERONI B, SABATINI M, VIÑAS M, DERISO C, SANTOS B, ANTACLI J, PADOVANI L. 2018. Zooplankton Communities of the Argentine Continental Shelf (SW Atlantic, ca. 34°-55° S) an overview. En: HOFFMEYER M, SABATINI, BRANDINI F, CALLIARI D, SANTINELLI N, editores. *Plankton Ecology of the Southwestern Atlantic from the Subtropical to the Subantarctic Realm.* Cham: Springer. p. 171-200.
- CEPEDA GD, VIÑAS MD, MOLINARI GN, HOZBOR MC, SILVA RI, MARTÍNEZ A, ACHA EM. 2020. The impact of Río de la Plata plume favors the small-sized copepods during summer. *Estuar, Coast Shelf Sci.* 245 (4): 107000.
- CIOCCO NF, LASTA M, NARVARTE M, BREMEC C, BOGAZZO E, VALERO J, ORENZANS JM, 2006. Argentina: En: SHUMWAY SE, PARSONS GJ, editores. *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture.* Amsterdam: Elsevier. p. 1251-1291.
- COWEN RK, LWIZA KMM, SPONAUGLE S, PARIS CB, OLSON DB. 2000. Connectivity of marine populations: open or closed? *Science.* 287 (5454): 857-59.
- 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 Sys.* 139: 475-482.
- DERISIO C, GEORGINA C, BRENDA T. 2021. Composición, distribución y abundancia de la comunidad zooplanctónica en el sistema frontal norpatagónico (primavera 2018). *Inf Invest INIDEP N°.* 016/2021. 24 p.
- ESCOLAR M, HERRERA S, CAMPODÓNICO S. 2018. Captura incidental de invertebrados bentónicos en la pesquería de vieira patagónica. *Inf Invest INIDEP N°.* 23/2018. 21 p.
- GASCA R, SUÁREZ E. 1996. Introducción al estudio del zooplancton marino. Chetumal: El Colegio de la Frontera SUR-CONACYT. 711 p.
- GIACCARDI M, CALONI N. 2022. Frente Valdés: Línea de base ambiental y socioeconómica. Documento del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, FAO y GEF. Proyecto “Fortalecimiento de la Gestión y Protección de la Biodiversidad Costero Marina en Áreas Ecológicas clave y la Aplicación del Enfoque Ecosistémico de la Pesca (EEP)” (Argentina). 185 p.
- GORDON AL, GREENGROVE C. 1986. Geostrophic circulation of the Brazil-Falkland confluence. *Deep Sea Res.* 33 (5): 573-585.
- GUERRERO RA, PIOLA AR. 1997. Masas de agua en la plataforma continental. En: BOCHI EE, editor. *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Tomo 1. Antecedentes históricos de las exploraciones en el mar y las características ambientales.* Mar del Plata: INIDEP. p. 107-118.
- GUERRERO RA, ACHA EM, FRAMIÑAN MB, LASTA CA. 1997. Physical oceanography of the Río de la Plata Estuary, Argentina. *Cont Shelf Res* 17 (7): 727-742.
- KNIGHTS AM, CROWE TP, BURNELL G. 2006. Mechanisms of larval transport: vertical distribution of bivalve larvae varies with tidal conditions. *Mar Ecol Prog Ser.* 326: 167-174.
- LASTA M, BREMEC C. 1998. *Zygochlamys patagonica* in the Argentine Sea: a new scallop fishery. *J Shellfish Res.* 17 (1): 103-111.



- MANN KH, LAZIER J. 1996. Dynamics of marine ecosystems: biological-physical interactions in the oceans. Boston: Black-well Science. 394 p.
- MARTIN JP, BASTIDA R, ROUX A. 1995. Aspectos biológicos y ecológicos de *Limopsis hirtella* (Mollusca, Bivalva) en la plataforma profunda frente a Mar del Plata (Argentina). Com Soc Malac Urug. 7 (68-69): 403-416.
- MORGAN ST. 1995. Ecology of marine invertebrate larvae. Primera edición. Londres: CRC Press. 480 p.
- MUJICA A. 2006. Larvas de crustáceos decápodos y crustáceos holoplanctónicos en torno a la isla de Pascua. Cienc Tec Mar. 29 (1): 123-135.
- ORENSANZ (Lobo) JM, PARMA AM, TURK T, VALERO J. 2006. Dynamics, assessment, and management of exploited natural scallop population. En: SHUMWAY S, PARSONS GJ, editores. Scallops: Biology, ecology aquaculture, and fisheries. Segunda edición. Amsterdam: Elsevier. p. 765-867.
- PIOLA AR, MATANO RP. 2001. The South Atlantic western boundary currents Brazil/Falkland (Malvinas) currents. En: STEELE JM, THROPE SA, TUREKIAN KK, editores. References Module in Earth Systems and Environmental Sciences. Waltham, MA: Encyclopedia of Ocean Sciences, Academic Press. p. 340-349.
- PIOLA AR, PALMA ED, BIANCHI AA, CASTRO BM, DOTTORI M, GUERRERO RA, MARRARI M, MATANO RP, MÖLLER OO JR, SARACENO M. 2018. Physical oceanography of the SW Atlantic Shelf: A review. En: HOFFMEYER MN, SABATINI ME, BRANDINI FP, CALLIARI DL, SANTINELLI NH, editores. Plankton Ecology of the Southwestern Atlantic from the Subtropical to the Subantarctic Realm: Springer. p. 37-56.
- PUENTE-TAPIA FA, CAMPODÓNICO S, SCHWARTZ M, SCHIARITI A. 2022. Caracterización de la comunidad de zooplancton en la región de la Unidad de Manejo B de la vieira patagónica *Zygochlamys patagonica*. Inf. Invest INIDEP N° 048/2022. 13 p.
- RAMÍREZ FC. 2016. Eufáusidos. En: BOSCHI EE, editor. El Mar Argentino y sus recursos pesqueros: Tomo 6, los crustáceos de interés pesquero y otras especies relevantes en los ecosistemas marinos: INIDEP, Mar del Plata. p. 15-28
- RIVAS AL, DOGLIOTTI AI, GAGLIARDINI DA. 2006. Seasonal variability in satellite-measured surface chlorophyll in the Patagonian shelf. Cont Shelf Res. 26 (6): 703-720.
- ROMERO SI, PIOLA AR, CHARO M, EIRAS GARCÍA CA. 2006. Chlorophyll-*a* variability off Patagonia based on SeaWiFS data. J Geophys Res. III (c5): C05021
- SCHJEJTER L, BREMEC C, WALOSZEK D, ESCOLAR M. 2010. Recently settled stages and larval developmental mode of the bivalves *Zygochlamys patagonica* and *Hiattella meridionalis* in the Argentine Sea. J Shellfish Res. 29 (1): 63-67.
- SIEBURTH JM, SMETACEK V, LENZ J. 1978. Pelagic ecosystem structure: heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions. Limnol. Oceanogr. 23 (6): 1256-1263.
- SOKAL RR, ROHLF FJ. 1995. Biometry. The principles and practice of statistical in biological research. Tercera edición. New York: WH Freeman and Co. 776 p.
- TREMBLAY MJ, SINCLAIR MM. 1992. Planktonic sea scallop larvae (*Placopecten magellanicus*) in the Georges Bank region: broad-scale distribution in the relation to physical oceanography. Can J Fish Aquat Sci. 49 (8): 1597-1618.
- TURNER J. 2004. The importance of small planktonic copepods and their roles in pelagic marine food webs. Zool Stud. 43 (3): 355-266.
- VERITY PG, SMETACEK V. 1996. The relative food value of diatoms, dinoflagellates. Flagellates and cyanobacteria for tintinnid ciliates. Arch Protistenk. 131 (1-2):71-84.
- VISSER AW, SAITO H, SAIZ E, KIØRBOE T. 2001. Observations of copepod feeding and vertical distribution under natural turbulent conditions in the North Sea. Mar Biol. 138 (5): 231-256.



YOUNG CM. 1995. Behavior and locomotion during the dispersal phase of larval life. En: McEDWARD L, editor. Ecology of Marine Invertebrate Larvae. Primera edición. Londres: CRC Press. 480 p.

ZAR JH. 1999. Biostatistical Analysis. Cuarta edición. New Jersey: Prentice-Hall. 663 p.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

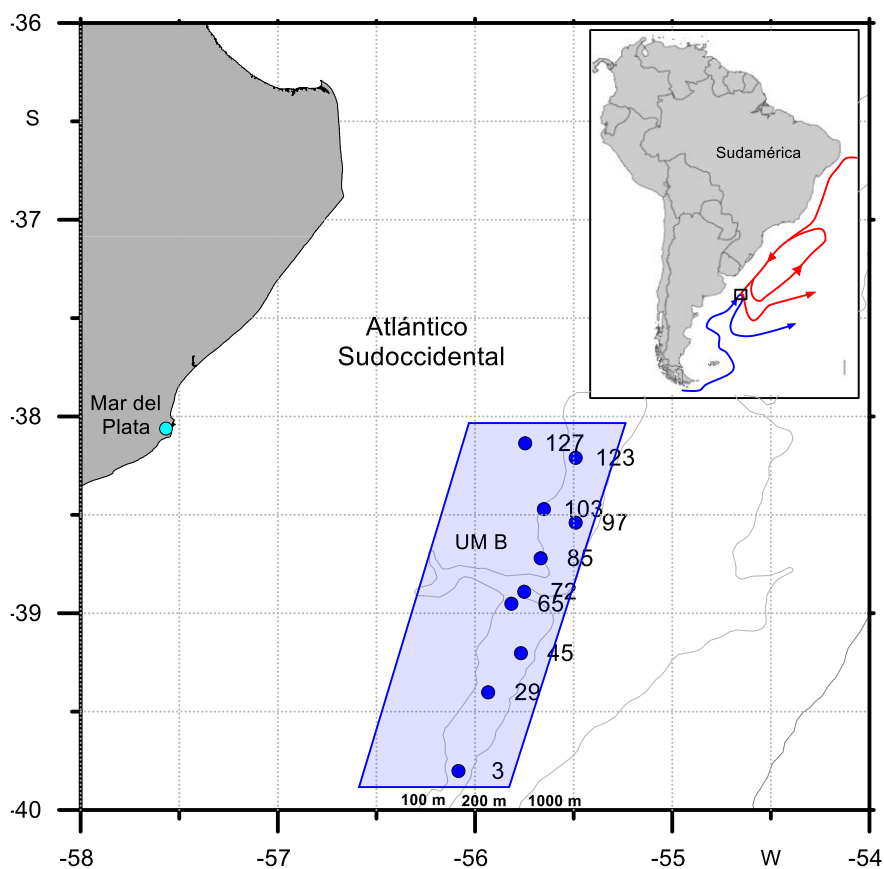


Figura 1. Distribución espacial de las estaciones de muestreo zooplanctónico (lances) en la Unidad de Manejo B de la pesquería de vieira patagónica (área azul) y representación de las principales corrientes marinas del Mar Argentino. Corriente de Brasil (flechas rojas); Corriente de Malvinas (flechas azules).

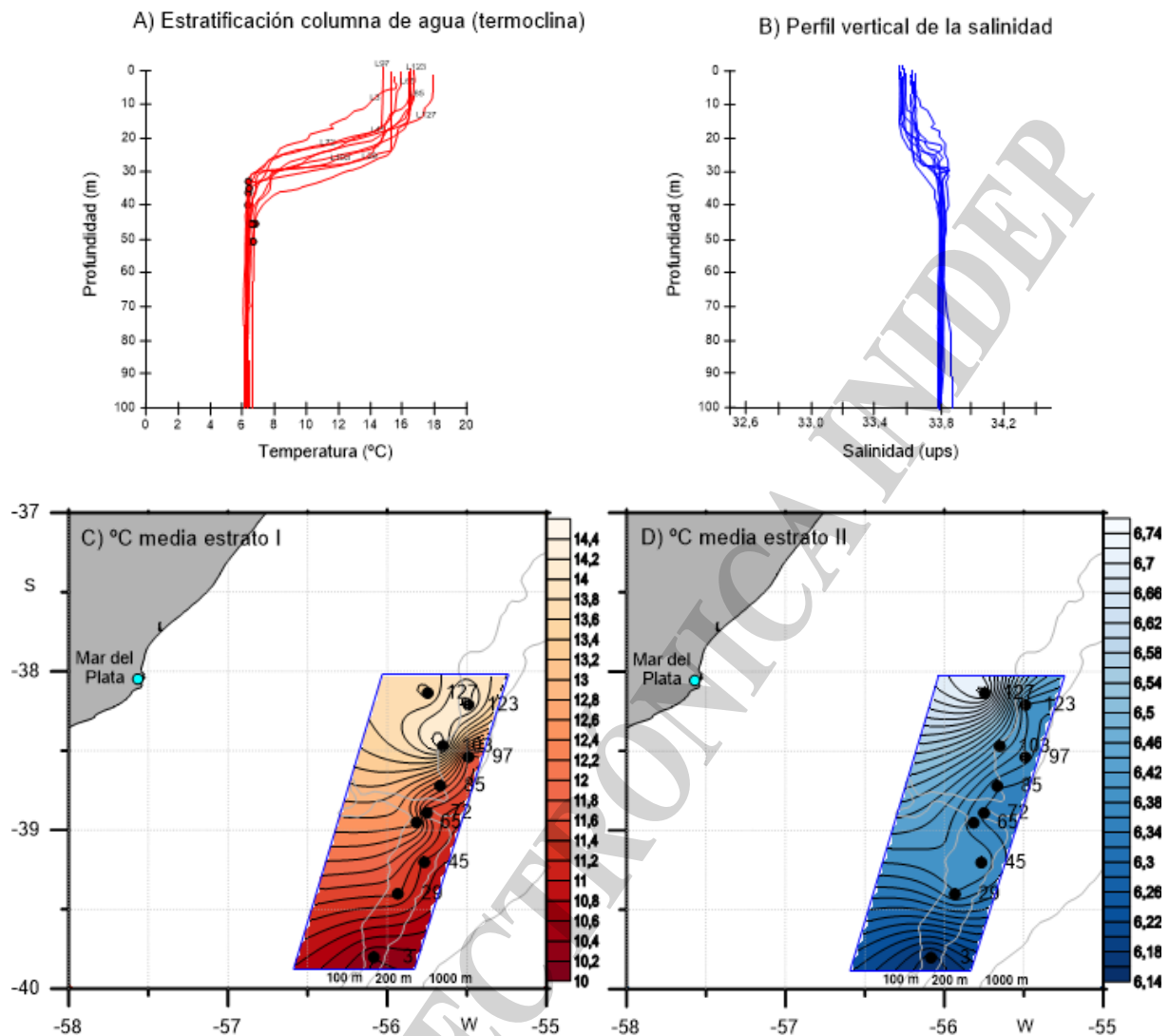


Figura 2. A) Perfil vertical de la variación de la temperatura del agua (°C) y de la profundidad (m) de la estratificación de la columna de agua (termoclina= círculos naranjas) en las diferentes estaciones de muestreo (lances) en la Unidad de Manejo B de la pesquería de vieira patagónica (rectángulo azul). B) Perfil vertical de la salinidad (ups) en las diferentes estaciones de muestreo. C-D) Variación espacial de la temperatura media (°C) en los dos estratos de profundidad.

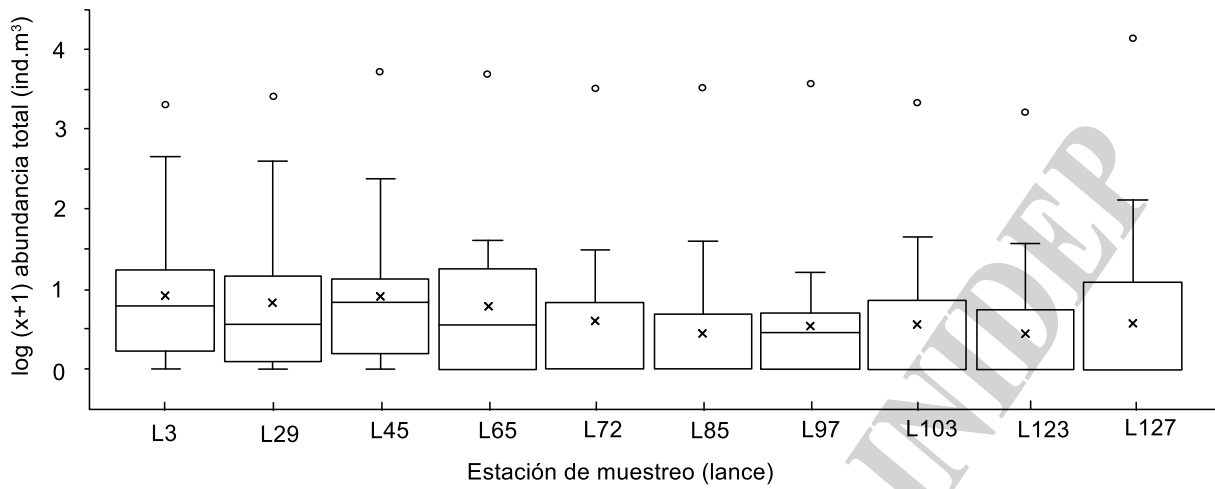


Figura 3. Comparación de las abundancias zooplanctónicas (ind.m⁻³) de las estaciones de muestreo (lances) en la Unidad de Manejo B de la pesquería de vieira patagónica. Línea continua dentro de la caja indica el valor de la mediana; cruz indica el valor promedio; bordes superiores (inferiores) de la caja definen los percentiles 75 (25) de los datos; bigotes indican los percentiles 90 (10); círculos señalan valores atípicos.

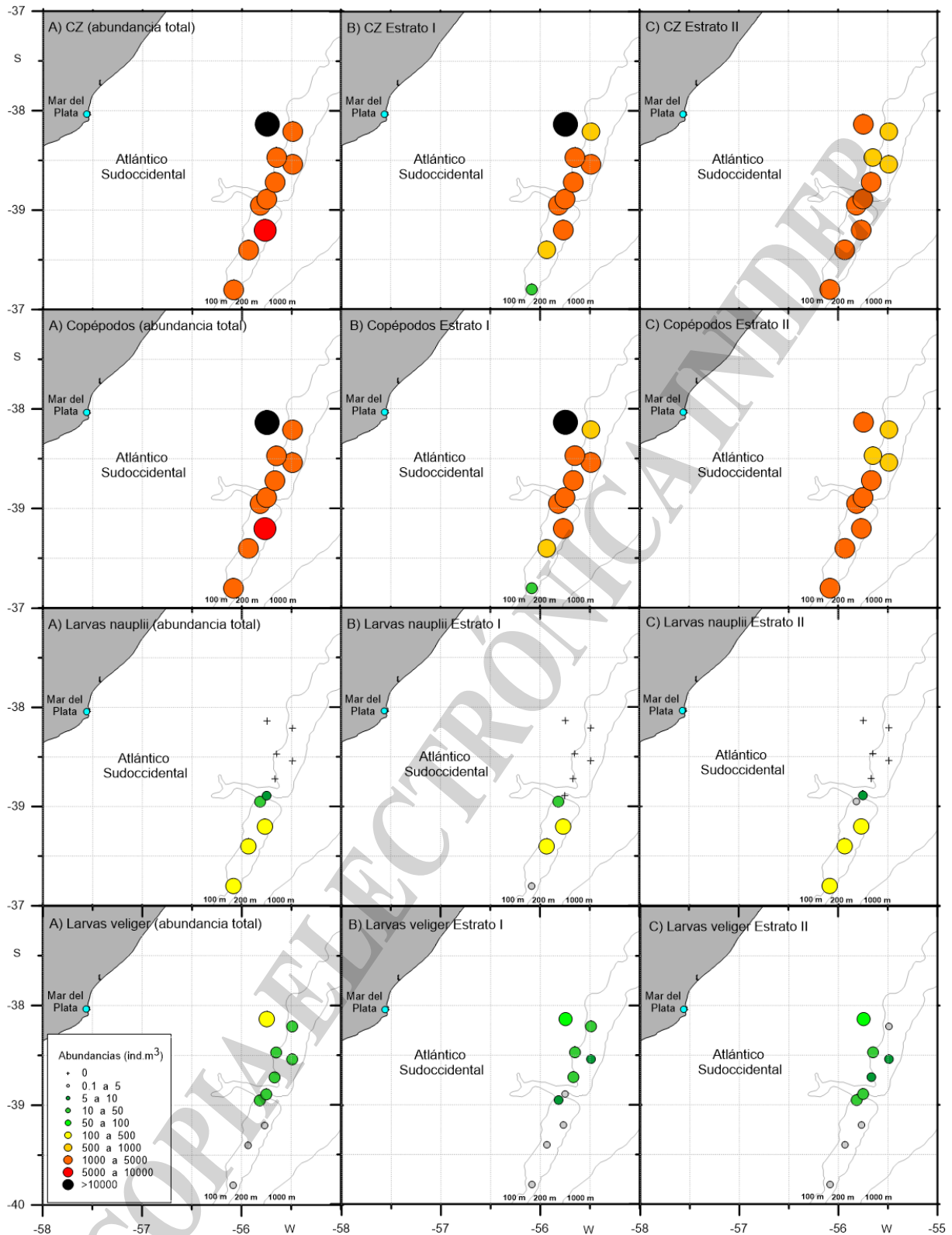


Figura 4. Variación espacial de las abundancias (ind.m^{-3}) de la comunidad de zooplancton (CZ), de los grupos más abundantes (copépodos, larvas nauplii) y de las larvas veliger en las diferentes estaciones de muestreo (lances) en la Unidad de Manejo B de la pesquería de vieira patagónica. A) Abundancia total; B) Abundancias estrato I (encima de la termoclina); C) Abundancias estrato II (debajo de la termoclina).

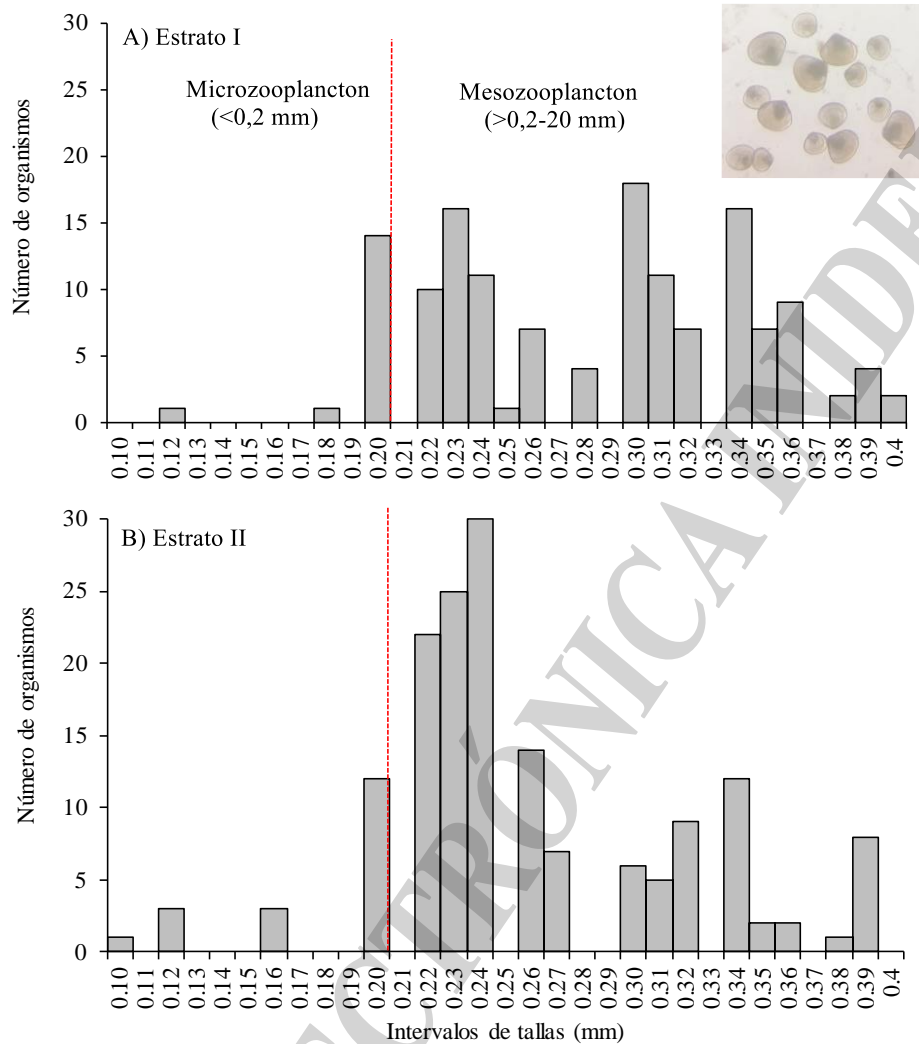


Figura 5. Comparación de la estructura de tallas de las larvas veliger (largo de la valva, mm) en los estratos de profundidad I y II en la Unidad de Manejo B de la pesquería de vieira patagónica. Línea roja punteada indica la talla de separación entre el micro- y mesozooplankton.

Tabla 1. Abundancia total (AT, ind.m⁻³) de la comunidad zooplanctónica y abundancia relativa de los grupos zooplanctónicos en cada uno de los estratos de profundidad en las diferentes estaciones de muestreo (L) en la Unidad de Manejo B de la pesquería de vieira patagónica.

Lance	Comunidad zooplanctónica			Copépodos			Larvas nauplii			Larva veliger		
	AT	Estrato I	Estrato II	AT	Estrato I	Estrato II	AT	Estrato I	Estrato II	AT	Estrato I	Estrato II
L3	2592,4	13,3	2579,1	2040,9	10,07	2030,3	453,6	2,2	451,3	0,2	0,02	0,2
L29	3048,5	978,0	2070,5	2571,6	867,3	1704,3	401,0	105,3	295,7	0,03	0,01	0,02
L45	5505,8	3608,1	1897,8	5180,3	3428,0	1752,3	240,9	130,7	110,2	0,1	0,1	0,1
L65	4950,3	2924,4	2025,9	4808,1	2835,9	1972,2	39,6	35,9	3,7	34,9	9,0	25,9
L72	3250,3	2008,9	1241,4	3176,3	1993,5	1182,9	5,7	0	5,7	30,2	0,2	30,0
L85	3313,8	1978,6	1335,2	3261,5	1942,9	1318,7	0	0	0	38,5	28,6	9,9
L97	3774,8	2888,9	885,9	3735,5	2861,1	874,4	0	0	0	15,1	7,4	7,7
L103	2265,4	1357,9	907,5	2187,3	1303,5	883,8	0	0	0	44,1	31,6	12,5
L123	1669,4	855,1	814,3	1615,4	814,5	800,9	0	0	0	35,6	27,5	8,0
L127	13875,2	12627,6	1247,6	13701,0	12546,1	1154,9	0	0	0	130,4	69,7	60,7
total	44245,8	29240,6	15005,2	42277,9	28603,4	13674,5	1140,8	274,1	866,7	329,0	174,0	154,9

Lance	Eufáusidos (adultos)			Ostrácodos			Anfípodos			Gasterópodos		
	AT	Estrato I	Estrato II	AT	Estrato I	Estrato II	AT	Estrato I	Estrato II	AT	Estrato I	Estrato II
L3	4,0	0,04	4,0	5,3	0	5,3	1,3	0	5,3	26,5	0,2	26,3
L29	15,4	2,0	13,4	16,1	0	16,1	8,1	0	8,1	12,1	1,3	10,8
L45	7,6	5,3	2,3	12,7	9,3	3,4	0	0	0	11,6	9,3	2,3
L65	33,1	25,6	7,4	5,6	0	5,6	5,1	5,1	0	8,3	6,4	1,9
L72	19,8	9,8	10,0	5,4	1,1	4,3	0	0	0	2,9	0,01	2,9
L85	4,3	4,3	0	3,6	1,4	2,2	1,1	0	1,1	0	0	0
L97	3,7	3,7	0	1,9	1,9	0,04	3,1	1,9	1,3	0,01	0	0,01
L103	12,5	8,8	3,8	7,3	3,5	3,8	0	0	0	1,3	0	1,3
L123	4,4	4,4	0	4,7	2,9	1,8	4,7	2,9	1,8	0,01	0,01	0
L127	22,0	4,0	18,0	10,7	0	10,7	4,6	1,3	3,3	0	0	0
total	126,7	67,9	58,9	73,2	20,1	53,1	28,0	11,2	20,8	62,6	17,3	45,3



Tabla 1 (Cont.). Abundancia total (AT, ind.m-3) de la comunidad zooplanctónica y abundancia relativa de los grupos zooplanctónicos en cada uno de los estratos de profundidad en las diferentes estaciones de muestreo (L) en la Unidad de Manejo B de la pesquería de vieira patagónica.

Lance	Poliquetos			Apendicularias			Quetognatos			Eufáusidos (nauplii)		
	AT	Estrato I	Estrato II	AT	Estrato I	Estrato II	AT	Estrato I	Estrato II	AT	Estrato I	Estrato II
L3	11,9	0,04	11,8	22,4	0,02	22,4	0,04	0,04	5,3	6,6	0	6,6
L29	0,5	0	0,5	2,7	6,7	10,2	10,8	0	10,8	0,7	0,7	0
L45	11,4	8,0	3,4	16,9	6,7	10,2	9,3	1,3	8,0	5,9	1,3	4,6
L65	2,6	2,6	0	0	0	0	6,8	1,3	5,6	0	0	0
L72	4,3	0	4,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L85	4,7	1,4	3,3	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0	0
L97	4,4	1,9	2,6	0	0	0	3,7	3,7	0	0	0	0
L103	3,5	3,5	0	0	0	0	4,3	1,8	2,5	0	0	0
L123	0	0	0	0	0	0	1,8	0,01	1,8	0	0	0
L127	0	0	0	0	0	1,9	0,01	0	0,01	0	0	0
total	43,3	17,4	25,9	42,0	13,4	44,7	36,7	8,1	33,8	13,1	2,0	11,1

Lance	Eufáusidos (huevos)			Hidromedusas			Larva equinodermos			Misidáceos		
	AT	Estrato I	Estrato II	AT	Estrato I	Estrato II	AT	Estrato I	Estrato II	AT	Estrato I	Estrato II
L3	1,3	0	1,3	5,3	0	5,3	2,7	0,02	2,6	0,02	0,02	0
L29	8,1	0	8,1	0,7	0,7	0	0,7	0,7	0	0	0	0
L45	1,1	0	1,1	0	0	0	1,3	1,3	0	0	0	0
L65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3	1,3	0
L72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L97	1,9	1,9	0	0	0	0	0	0	0	1,9	1,9	0
L103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L127	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total	12,4	1,9	10,5	5,9	0,7	5,3	4,7	2,0	2,6	3,2	3,2	0



Tabla 1 (Cont.). Abundancia total (AT, ind.m-3) de la comunidad zooplanctónica y abundancia relativa de los grupos zooplanctónicos en cada uno de los estratos de profundidad en las diferentes estaciones de muestreo (L) en la Unidad de Manejo B de la pesquería de vieira patagónica.

Lance	Larva de peces			Foraminiferos		
	AT	Estrato I	Estrato II	AT	Estrato I	Estrato II
L3	0	0	0	0	0	0
L29	0	0	0	0	0	0
L45	2,7	2,7	0	0	0	0
L65	0	0	0	1,9	0	1,9
L72	0	0	0	0	0	0
L85	0	0	0	0	0	0
L97	0	0	0	0	0	0
L103	0	0	0	0	0	0
L123	0	0	0	0	0	0
L127	0	0	0	0	0	0
total	2,7	2,7	0	1,9	0	1,9



Tabla 2. Valores de la abundancia total (AT, ind.m⁻³), frecuencia de ocurrencia (FO%), abundancia relativa (AR%) y clasificación jerárquica de la dominancia (análisis de Olmstead-Tukey) de los grupos zooplanctónicos identificados en la Unidad de Manejo B de la pesquería de vieira patagónica considerando los datos agrupados y en los diferentes estratos de profundidad.

Grupo zooplanctónico	General			Estrato I				Estrato II			
	AT	FO%	AR%	Abundancia	FO%	ARI%	O-T	Abundancia	FO%	AR%	O-T
Copépodos	42277,9	100	95,6	28603,4	100	97,8	Dominante	13674,5	100	91,1	Dominante
Larva nauplii	1140,8	50	2,6	274,1	40	0,9	Ocasional	866,7	50	5,8	Ocasional
Larva veliger	329,0	100	0,7	174,0	100	0,6	Dominante	154,9	100	1,0	Dominante
Eufáusidos (adultos)	126,7	100	0,3	67,9	100	0,2	Común	58,9	70	0,4	Común
Ostrácodos	73,2	100	0,2	20,1	60	0,1	Común	53,1	100	0,4	Común
Anfípodos	64,6	100	0,2	39,3	70	0,1	Común	25,4	80	0,2	Común
Gasterópodos	62,6	80	0,1	17,3	60	0,1	Común	45,3	70	0,3	Común
Poliquetos	43,3	80	0,1	17,4	60	0,1	Común	25,9	60	0,2	Común
Apendicularias	42,0	30	0,1	6,7	20	0,02	Rara	35,3	30	0,2	Rara
Quetognatos	42,0	90	0,1	8,1	70	0,03	Común	33,8	70	0,2	Común
Eufáusidos (nauplii)	13,1	30	0,03	2,0	20	0,01	Rara	11,1	30	0,1	Rara
Eufáusidos (huevos)	12,4	40	0,03	1,9	10	0,01	Rara	10,2	30	0,1	Rara
Hidromedusas	5,9	20	0,01	0,7	10	0,01	Rara	5,3	10	0,04	Rara
Larvas equinodermos	4,7	30	0,01	2,0	30	0,01	Rara	2,6	10	0,02	Rara
Misidáceos	3,2	30	0,01	3,2	30	0,01	Rara	0	0	0	-
Larva de peces	2,7	10	0,01	2,7	10	0,01	Rara	0	0	0	-
Foraminíferos	1,9	10	<0,01	0	0	0	-	1,9	10	0,01	Rara

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP