

2024

Informe de
INVESTIGACIÓN

013-24

NO-2024-31534112-APN-DNI#INIDEP
25/03/2024

Contribución de grupos funcionales zooplanctónicos a la reserva de lípidos disponible en el “Agujero Azul”: implicancias en la trama trófica del talud continental

Georgina Cepeda y Brenda Temperoni

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

Citar como:

Cepeda GD, Temperoni B. 2023. Contribución de grupos funcionales zooplanctónicos a la reserva de lípidos disponible en el “Agujero Azul”: implicancias en la trama trófica del talud continental. Inf Investigación INIDEP N° 013/24, 12 pp.



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO PESQUERO



Contribución de grupos funcionales zooplanctónicos a la reserva de lípidos disponible en el “Agujero Azul”: implicancias en la trama trófica del talud continental

GD Cepeda^{1,2}, B Temperoni^{1,2}

1. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), Universidad Nacional de Mar del Plata, (UNMdP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET),
2. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)

Resumen

Conocer sobre los flujos de energía en los ecosistemas es fundamental para comprender las complejas redes tróficas mediante las que se relacionan los organismos marinos. En ese sentido, cobra relevancia determinar el valor energético que proporciona el zooplancton como uno de los componentes principales en la base de las tramas tróficas pelágicas. En este contexto, se determinó el contenido de lípidos totales (LT, mg) de los grupos zooplanctónicos más abundantes *i.e.*, copépodos de las familias Eucalanidae (15,24-70,75 ind m⁻³) y Calanidae (1,7-7,4 ind m⁻³), el anfípodo *Themisto gaudichaudii* (0,22-2,76 ind m⁻³) y eufáusidos (1,41-14,24 ind m⁻³) hallados durante la campaña primaveral VA202108 efectuada en el área del Agujero Azul. Se estimó, además, la contribución especie/grupo-específica (mg LT m⁻³) al *pool* lipídico disponible para niveles tróficos medios y superiores. Cada grupo funcional zooplanctónico contribuyó diferencialmente al acervo lipídico disponible, siendo mayor el aporte individual de anfípodos (adultos: 1,29 mg ind⁻¹; anfípodos 0,40) y eufáusidos (adultos: 0,37 mg ind⁻¹; juveniles: 0,09) respecto del de los copépodos (Eucalanidae: 0,26 mg ind⁻¹; Calanidae: 0,11). Continuar realizando este tipo de estudios y asociarlos, por ejemplo, con estudios de ecología trófica resulta fundamental para comprender desde dónde y hacia dónde está siendo direccionada la energía en el ecosistema del talud continental.

Palabras Clave: Copépodos Eucalanidae-Calanidae, *Themisto gaudichaudii*, eufáusidos, abundancia y contenido lipídico, talud continental

Introducción

Situado en la base de las tramas tróficas pelágicas, el rol del zooplancton es fundamental en los flujos de carbono, como recurso indispensable para sostener los niveles tróficos superiores y como vínculo entre múltiples vías energéticas. Por ello, conocer su contribución en valor nutricional resulta crucial para entender cómo su disponibilidad y su contenido de energía impacta en los niveles superiores y en la trama trófica en general (Stevens et al. 2022). De todos los compuestos nutricionales, los lípidos son los considerados por excelencia debido a su alto contenido energético respecto de las proteínas y los carbohidratos (Schmidt-Nielsen 1997). Además, suministran energía y componentes esenciales para el funcionamiento metabólico general, el crecimiento somático, la supervivencia, la reproducción, la flotabilidad y la inmunocompetencia de los organismos (Arts et al. 2009; Kattner et al. 2007; Lee et al. 2006). De esta manera, el contenido lipídico de un organismo provee información relevante acerca de su desarrollo, reproducción, condición nutricional y ecología trófica (Richoux 2011).

En los últimos años se han desarrollado varios estudios referidos al contenido lipídico, densidad energética y composición de ácidos grasos de algunos componentes del zooplancton (eufáusidos, anfípodos hipéridos y decápodos) principalmente en el Golfo San Jorge (Temperoni et al. 2019; Temperoni y Massa 2021; Temperoni et al. 2022) y uno focalizado en el ecosistema circundante a las Islas Malvinas (Temperoni y Cepeda



2021). Estos avances son una contribución relevante a las pocas estimaciones previas realizadas en norpatagonia y en la patagonia austral (Ciancio et al. 2007; Bruno et al. 2023) y, además, brindan información acerca de las implicancias de los resultados obtenidos -en términos de contenido energético- para los niveles tróficos superiores. Hasta la fecha, son escasas -prácticamente nulas- las estimaciones de contenido de lípidos en taxa zooplanctónicos que habitan el talud continental.

En general, el ecosistema asociado al talud continental ha sido históricamente mucho menos estudiado que el de la plataforma continental argentina (Bertolotti et al. 1996, Cepeda et al. 2023 y referencias allí). Este ecosistema es destacable por sus características físicas y dinámicas y por los recursos de importancia pesquera y ecológica que allí se encuentran, tales como el calamar *Illex argentinus*, el bacalao criollo *Salilota australis*, la polaca *Micromesistius australis*, la anchoíta *Engraulis anchoita*, la merluza común *Merluccius hubbsi*, la merluza negra *Dissostichus eleginoides* (Bertolotti et al. 1996 y referencias allí) y peces mesopelágicos (Figuroa et al. 1998), además de predadores tope como aves y mamíferos marinos (Falabella et al. 2009). A lo largo de la región comprendida por la plataforma continental externa, el talud continental y las aguas oceánicas adyacentes, se producen extensas e intensas floraciones estacionales (Romero et al. 2006), indicativas de una alta producción primaria (Lutz et al. 2010; Segura et al. 2013), que propician un hábitat de alimentación favorable para una gran diversidad de organismos zooplanctónicos a través de los cuales se transfiere la energía y la materia que sustenta los niveles tróficos siguientes.

En este trabajo, se describió la comunidad macrozooplanctónica asociada al talud continental y aguas adyacentes durante la época primaveral, se determinó el contenido de lípidos totales de los principales grupos taxonómicos y se estimó la contribución especie/grupo-específica al *pool* lipídico disponible para los niveles tróficos medios/superiores. Los resultados contribuyen al objetivo general del “Proyecto Agujero Azul”, en el marco de la Iniciativa Pampa Azul, el cual pretende delinear las tramas tróficas que se desarrollan en el ecosistema del talud continental a fin de comprender el funcionamiento de este sistema y los procesos que determinan y controlan su productividad. Además, los resultados servirán de insumo para estudios de ecología trófica de mictófidios que se encuentran en curso en el marco del Programa de Pesquerías de Peces Pelágicos en el contexto de una tesis doctoral.

Materiales y métodos

Las muestras analizadas en este trabajo fueron obtenidas durante la campaña de Oceanografía Biológica VA202108 que se llevó a cabo entre los días 20 de noviembre y 9 de diciembre de 2021 en el área conocida como “Agujero Azul” (Figura 1) a bordo del BIPO Víctor Angelescu, en el marco de la Iniciativa Pampa Azul (<https://www.pampazul.gob.ar/>).

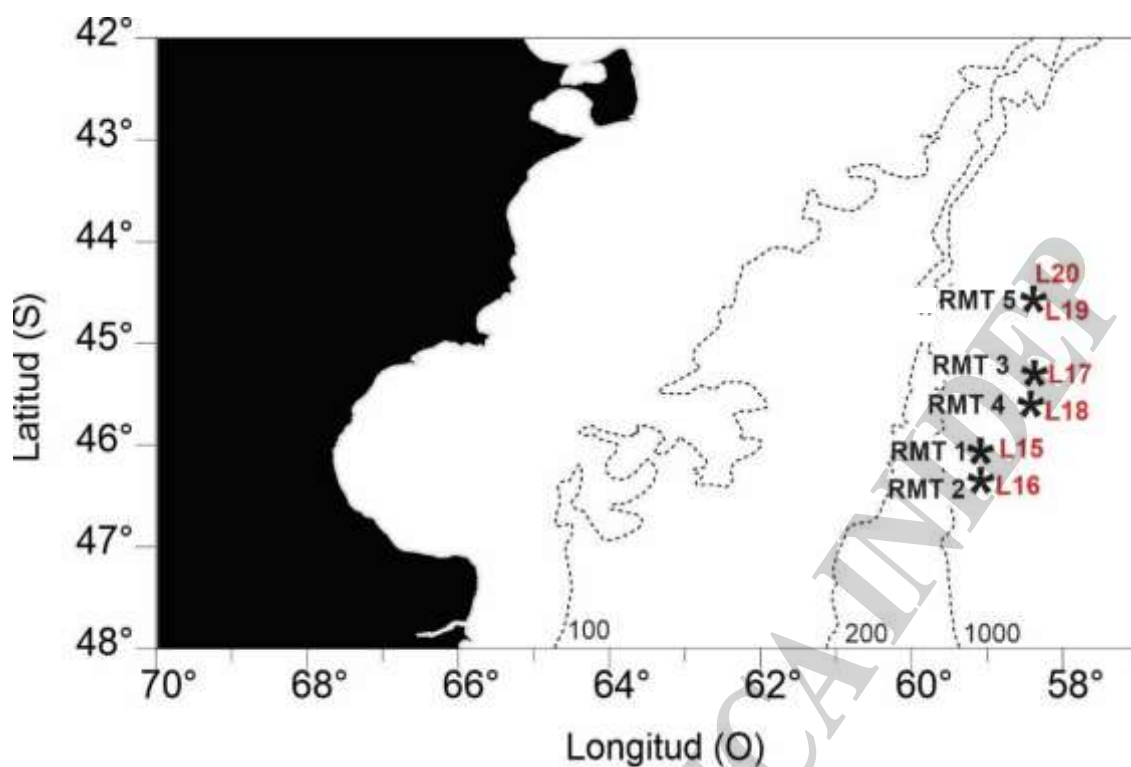


Figura 1. Estaciones realizadas para la colecta de zooplancton (RMT 1 a RMT 5) en el Agujero Azul durante la primavera de 2021.

Contexto ambiental

Se utilizaron los perfiles CTD de las estaciones de muestreo para construir un diagrama temperatura-salinidad (T/S) para determinar las masas de agua presentes que fueron clasificadas según Guerrero y Piola (1997) y Piola et al. (2018 y referencias allí). Se consideraron los registros correspondientes a los 50 m superiores de la columna de agua a fin de coincidir con la profundidad máxima de muestreo de plancton.

Obtención, procesamiento y análisis de las muestras de zooplancton

Las muestras se colectaron en horario nocturno utilizando una red Rectangular Midwater Trawl (RMT) con un tamaño efectivo de boca de 1 x 1 m, equipada con malla de 1000 μm , sensor de profundidad y flujómetro. El rango de profundidad muestreado fue de 0 a 50 m y la velocidad de arrastre fue de 3 nudos. Cabe destacar que el muestreo de zooplancton estuvo asociado a lances de pesca realizados en función de registros acústicos indicativos de concentraciones de peces pelágicos (“pesca a la marca”), con el fin último de capturar especies de peces mesopelágicos (mictófidos).

Una vez finalizado el arrastre, de cada muestra colectada se separaron a bordo aquellos componentes más conspicuos a simple vista (*i.e.*, copépodos de los géneros *Rhincalanus* y *Calanus/Calanoides*, anfípodos hipéridos *Themisto gaudichaudii*, y eufáusidos), que fueron enjuagados con agua destilada y almacenados en crioviales en ultrafreezer a -80°C , para realizar posteriormente los análisis lipídicos. Luego de la separación de los especímenes, las muestras fueron fijadas en formol buffer al 4% en agua de mar, rotuladas y acondicionadas para su posterior análisis taxonómico.

En el laboratorio se efectuaron conteos bajo lupa binocular a partir de la extracción de alícuotas cuyo volumen varió según la densidad numérica de los organismos en cada muestra. Se identificaron todos los grupos zooplanctónicos presentes hasta el menor nivel taxonómico posible consultando la bibliografía específica (Ramírez 1970; Boltovskoy et al. 1999), y la abundancia de cada componente fue referida como individuos por metro cúbico (ind m^{-3}) respecto del volumen filtrado por la red.

Por otro lado, para cada uno de los componentes separados a bordo, se realizó la extracción individual de los lípidos totales (LT, mg) según Folch et al. (1957), los cuales se cuantificaron en forma gravimétrica. Las extracciones se realizaron en el Laboratorio del Programa “Tecnología, Valorización e Innovación de Productos Pesqueros” de INIDEP. Previo a este análisis, se realizó la medición de la longitud total (mm) de los ejemplares de anfípodos y eufáusidos desde el margen anterior de los ojos hacia la punta del telson. En ambos casos, se consideró un valor de tamaño de 10 mm como el límite entre individuos juveniles y adultos (Bary 1956; Padovani 2013), realizando los análisis lipídicos por separado para cada estadio.

Para obtener una estimación especie/grupo-específica de la contribución al *pool* lipídico disponible para predadores de niveles medios y superiores en la columna de agua (mg LT m^{-3}), el contenido de lípidos totales de cada componente en forma individual (mg LT ind^{-1}) estimado en cada estación de muestreo se multiplicó por su abundancia (ind m^{-3}) en el mismo sitio (Stevens et al. 2022).

Resultados y Discusión

Contexto hidrográfico

En el dominio espacial analizado se registraron valores de temperatura entre 5,84 y 9,72 °C, mientras que la salinidad varió entre 33,9 y 34,07 (Fig. 2). Esto se condice con la presencia únicamente de Agua Subantártica ($S > 33,9$, Piola et al. 2018 y referencias) en las estaciones analizadas. Esta relativa uniformidad en la distribución de los campos de estas variables, permite inferir que los muestreos biológicos se llevaron a cabo en un único sistema, por lo cual se lo puede considerar como una unidad.

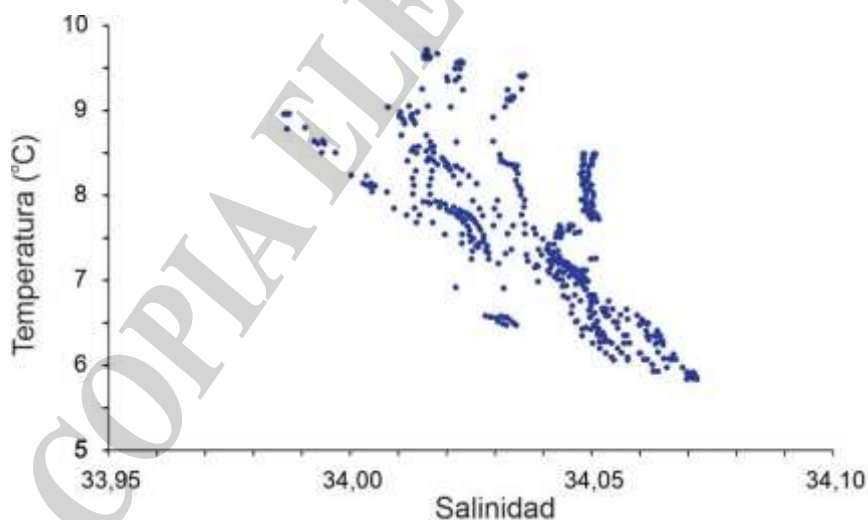


Figura 2. Diagrama temperatura-salinidad (T/S) de los registros de CTD de los primeros 50m de la columna de agua en el Agujero Azul durante la primavera de 2021.

Composición, distribución y abundancia zooplanctónica

La comunidad zooplanctónica estuvo dominada por copépodos calanoideos de las familias Eucalanidae y Calanidae cuyos rangos de abundancias fueron entre 15,24 ind m⁻³ y 70,75 ind m⁻³ para la primera y 1,7 ind m⁻³ y 7,4 ind m⁻³ para la segunda (Tabla I). Dentro de Eucalanidae se encontraron las especies *Rhincalanus nasutus*, *R. gigas*, y *Subeucalanus longiceps*, siendo la primera la dominante numéricamente en todas las estaciones analizadas. *Calanoides acutus* y *Calanus simillimus* fueron los representantes de Calanidae, siendo la segunda la que presentó las mayores abundancias (Tabla I). Además, estuvieron representadas las familias Metridinidae, Augaptilidae, Aetideidae, Heterorhabdidae y Oithonidae, pero en abundancias que, como máximo, alcanzaron a los 12 ind m⁻³ (Tabla I).

Respecto de los otros taxa presentes, los eufáusidos representados por adultos y juveniles de *Euphausia lucens* y de *Thysanoessa gregaria* dominaron con abundancias entre 1,41 ind m⁻³ y 14,24 ind m⁻³. Les siguieron los anfípodos adultos y anfípodos de la especie *Themisto gaudichaudii* con abundancias que fueron entre 0,22 ind m⁻³ y 2,76 ind m⁻³. En mucha menor densidad (0,05-7,76 ind m⁻³) se encontraron quetognatos, salpas, poliquetos, ostrácodos y pterópodos gimnosomados (Tabla I).

La composición general de especies hallada concuerda con la típica fauna zooplanctónica que habita el talud continental y las aguas adyacentes (Padovani 2013; Ramírez 2016; Cepeda et al. 2023 y referencias). En particular, las especies/géneros dominantes de copépodos se corresponden con aquellas reportadas recientemente para la época primaveral en la misma área de estudio (Severo et al. 2023). Asimismo, estas especies de copépodos, junto con el anfípodo *T. gaudichaudii* y el eufáusido *E. lucens*, fueron identificadas como especies clave por su abundancia y frecuencia de ocurrencia a lo largo de todo el talud continental (ver revisión Cepeda et al. 2023).

**Tabla I.** Composición y abundancia (ind m⁻³) zooplanctónica en las estaciones de muestreo de zooplancton de la campaña VA202108. (C): copepoditos, (J) juveniles, (A) anfipoditos. En negrita se indica la abundancia total de la familia/grupo taxonómico.

GRUPO/Familia/ Especie	Estaciones de muestreo					Grupo/Familia/ Especie	Estaciones de muestreo				
	RMT 1	RMT 2	RMT 3	RMT 4	RMT 5		RMT 1	RMT 2	RMT 3	RMT 4	RMT 5
COPÉPODOS						<i>Heterorhabdus austrinus</i>	0,00	0,88	0,00	0,00	0,00
Eucalanidae	33,32	70,13	52,00	15,24	70,75	Oithonidae	5,02	0,00	12,00	0,40	0,00
<i>Rhincalanus nasutus</i>	15,06	36,82	12,00	1,60	40,92	<i>Oithona</i> aff. <i>helgolandica</i>	3,65	0,00	12,00	0,40	0,00
<i>R. gigas</i>	0,00	17,53	8,00	0,00	0,00	<i>O. atlantica</i>	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Rhincalanus</i> spp. (C)	0,91	0,00	8,00	0,00	0,00	<i>Oithona</i> spp. (C)	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Subeucalanus</i>	1,37	1,75	0,00	1,60	0,85	EUFAÚSIDOS	14,24	4,82	12,00	8,82	1,41
<i>longiceps</i>						<i>Euphausia lucens</i>	0,00	0,00	16,00	1,60	0,47
<i>S. longiceps</i> (C)	4,56	0,00	12,00	5,61	0,85	<i>Euphausia</i> spp. (J)	6,39	2,63	10,00	7,62	1,17
Calanidae	21,91	6,14	74,00	13,63	1,70	<i>Thysanoessa gregaria</i>	0,55	0,00	2,00	1,20	0,23
<i>Calanoides acutus</i>	2,28	0,88	10,00	0,00	0,00	<i>T. gregaria</i> (J)	7,30	2,19	0,00	0,00	0,00
<i>Calanus simillimus</i>	15,06	4,38	30,00	12,03	1,70	ANFÍPODOS	0,22	2,76	1,50	1,20	0,70
Calanidae (C)	4,57	0,88	34	1,6	0,00	<i>Themisto gaudichaudii</i>	0,00	0,13	0,50	0,80	0,00
Metridinidae	8,22	0,00	6,00	3,21	3,41	<i>T. gaudichaudii</i> (A)	0,22	2,63	1,00	0,40	0,70
<i>Pleuromamma</i>	8,22	0,00	0,00	0,00	0,00	QUETOGNATOS	7,76	0,44	4,2	4,01	2,7
<i>robusta</i>						POLIQUETOS	3,24	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Metridia lucens</i>	0,00	0,00	6,00	3,21	3,41	SALPAS	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Augaptilidae	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	APENDICULARIAS	8,22	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Haloptilus</i>						OSTRÁCODOS	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>oxicephalus</i>	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	PTERÓPODOS					
Aetideidae	0,91	0,00	4,00	0,00	0,85	GIMNOSOMADOS	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Euchirella rostrata</i>	0,91	0,00	2,00	0,00	0,85						
<i>E. rostromagna</i>	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00						
Heterorhabdidae	0,00	0,88	0,00	0,00	0,00						

La distribución horizontal de las concentraciones de copépodos del género *Rhincalanus* spp. decrecieron desde aquellas estaciones en los extremos (68 ind m^{-3}) hacia la estación RMT 4 ubicada en el centro ($2,40 \text{ ind m}^{-3}$) del área de estudio (Fig. 3A). La familia Calanidae por su lado, presentó abundancias relativamente bajas ($1,7 \text{ ind m}^{-3}$ - $6,14 \text{ ind m}^{-3}$) en las estaciones de los extremos y un máximo de 74 ind m^{-3} en la estación RMT 3 (Fig. 3B). Respecto de las abundancias de anfípodos y eufáusidos, ambas parecieran incrementarse en dirección norte-sur (Fig. 3C-D). Sin embargo, los registros tan dispares de abundancia de los cuatro grupos dominantes analizados entre estaciones muy cercanas geográficamente, que pueden responder sin dudas a la naturaleza misma de distribución desigual y en parches del zooplancton (Omori y Hamner 1982), impiden determinar patrones espaciales concretos.

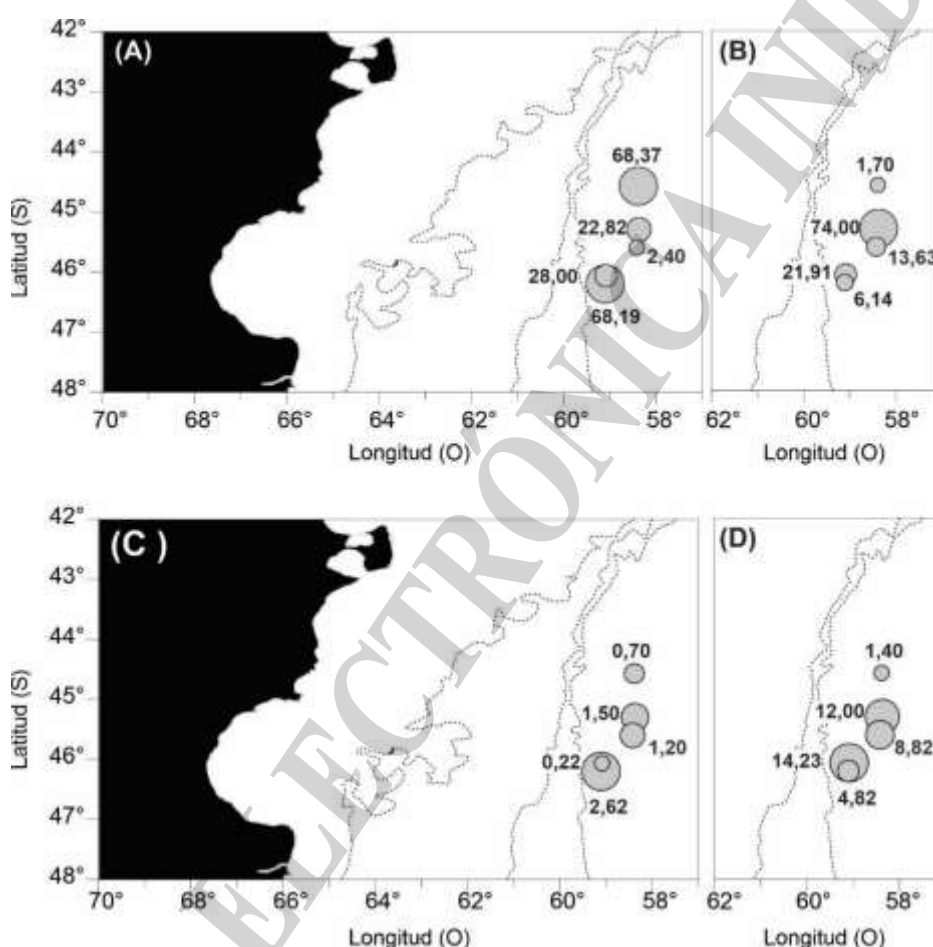


Figura 3. Distribución espacial de la abundancia de los principales componentes zooplanctónicos: (A) *Rhincalanus* spp., (B) Calanidae, (C) *Themisto gaudichaudii* y (D) eufáusidos. El tamaño de los círculos es proporcional a la abundancia numérica (ind m^{-3}) que se indica para cada estación de muestreo.

Contenido lipídico de los principales componentes zooplanctónicos

Los ejemplares adultos de *T. gaudichaudii* exhibieron los valores individuales de contenido lipídico más elevados, seguidos por sus juveniles y por los adultos de eufáusidos (Tabla II). Estos resultados coinciden en orden de magnitud con aquellos reportados para especies del género *Themisto* (Kraft et al. 2015 y referencias), y pueden explicarse al considerar los hábitos tróficos de este grupo zooplanctónico. Típicamente, *T. gaudichaudii* exhibe un comportamiento carnívoro, pudiendo preñar

sobre copépodos y eufáusidos en estadios adultos, aunque sus formas juveniles pueden incorporar fitoplancton en la dieta (Pakhomov y Perissinotto 1996 y referencias). En las tramas tróficas árticas y antárticas, se ha demostrado que estos anfípodos transfieren la energía desde los copépodos herbívoros del género *Calanus* hacia los niveles superiores (Scott et al. 1999; Mayzaud y Boutoute 2015). En este sentido, recibirían de estos copépodos un elevado contenido de lípidos en la forma de ésteres de ceras y triglicéridos (Falk-Petersen et al. 2009).

Los eufáusidos, por otro lado, presentan un régimen trófico herbívoro/omnívoro, pudiendo ingerir tanto fitoplancton como copépodos (Mauchline y Fisher 1969). Aunque los ejemplares aquí analizados no pudieron identificarse a bordo a nivel de especie, probablemente correspondan a las más abundantes descritas a partir del análisis taxonómico, *E. lucens* y *T. gregaria* (cf. Tabla I). Para la primera, se reporta un régimen trófico de tipo omnívoro oportunista y es probable que su dieta varíe conforme su comportamiento migratorio. Así, en capas más profundas estaría más asociado a una dieta carnívora sobre copépodos, mientras que en la superficie tendría hábitos más herbívoros predando sobre el fitoplancton allí presente (Stuart 1986; Pillar et al. 1992). *Thyssanoessa gregaria*, por su lado, tiene un comportamiento depredatorio asociado a la ingesta de copépodos (Roger 1975). Esta selección de presas podría explicar el alto contenido lipídico observado.

Sin embargo, las abundancias promedio de estos componentes fueron bajas respecto de las de los copépodos del género *Rhincalanus* spp. y los de Calanidae (Tabla II), lo que resulta en una mayor contribución por parte de los copépodos al acervo lipídico en la columna de agua, siendo particularmente mayor el aporte de *Rhincalanus* spp. respecto de Calanidae (Tabla II). Los valores de lípidos totales aquí reportados coinciden con lo descrito en la bibliografía para *R. gigas* (0,12-0,85 mg ind⁻¹) y especies de *Calanus* (0,032-0,085 mg ind⁻¹) (Cavallo y Peck 2020). Tanto *R. gigas* como *C. acutus* y *C. simillimus* (los calanoideos dominantes en el área de estudio) son especies herbívoras y almacenan la energía proveniente del fitoplancton principalmente como ésteres de ceras (Kattner et al. 1994).

Tabla II. Valores de lípidos totales (mg ind⁻¹), abundancia promedio (ind m⁻³) y contribución especie/grupo-específica al *pool* lipídico (mg m⁻³) de cuatro componentes del macrozooplancton en el Agujero Azul durante la primavera de 2021.

Grupo/Familia/ Especie	Lípidos totales (mg ind⁻¹)	Abundancia promedio (ind m⁻³)	Contribución lipídica promedio (mg m⁻³)
<i>Rhincalanus</i> spp.	0,26	37,96	9,69
Calanidae	0,11	23,48	2,50
Eufáusidos (J)	0,09	5,33	0,47
Eufáusidos (A)	0,37	3,15	1,17
<i>T. gaudichaudii</i> (J)	0,40	0,99	0,40
<i>T. gaudichaudii</i> (A)	1,29	0,58	0,74

Conclusiones

Los tres grupos funcionales zooplanctónicos analizados aquí en detalle (copépodos, anfípodos hipéridos y eufáusidos) son fundamentales en la dinámica de transferencia energética en la red trófica del Agujero Azul, en principio, por ser los componentes más conspicuos de la comunidad durante la época del año analizada. Además, cada grupo funcional contribuye diferencialmente al acervo lipídico disponible para los siguientes niveles tróficos, siendo mayor el aporte individual de anfípodos y eufáusidos respecto del de los copépodos.



Los organismos marinos se interrelacionan mediante complejas redes tróficas, y conocer sobre ellas es fundamental para entender los flujos de energía en el ecosistema de interés. En este sentido, con el fin de ampliar el conocimiento sobre el flujo de carbono en la trama trófica pelágica del Agujero Azul, y el potencial impacto energético del acervo lipídico disponible para los niveles tróficos superiores -mediado por los diferentes componentes zooplanctónicos-, se vuelve casi obligatorio continuar profundizando estos estudios valiéndose de otras técnicas más novedosas aplicadas por ejemplo a estudios de ecología trófica (e.g., ácidos grasos como marcadores tróficos y análisis de isótopos estables), los cuales se verían fortalecidos, además, por el desarrollo en paralelo de estudios focalizados en la dinámica vertical de los diferentes componentes del zooplancton para comprender desde dónde y hacia dónde se direcciona la energía en este ecosistema.

Agradecimientos

Este estudio fue parcialmente financiado por fondos del PIBAA CONICET 0588 (responsable B. Temperoni). Agradecemos a la tripulación de marinería y científico-técnica a bordo del BIPO Víctor Angelescu por su colaboración en los muestreos.

Bibliografía

- Angelescu VA, Cousseau MB. 1969. Alimentación de la merluza en la región del talud continental argentino, época invernal (Merlucciidae, *Merluccius merluccius hubbsi*). Bol Inst Biol Mar. Mar del Plata, 19: 87 pp.
- Arts MT, Brett MT, Kainz MJ. 2009. Lipids in Aquatic Ecosystems. Springer, New York, 377 pp.
- Bary BM. 1956. Notes on ecology, systematics, and development of some Mysidacea and Euphausiacea (Crustacea) from New Zealand. Pacific Sci. 10 (4): 431-467.
- Bertolotti MI, Brunetti NE, Carreto JI, Prenske LB, Sánchez RP. 1996. Influence of shelf-break fronts on shellfish and fish stocks off Argentina. Contribution to ICES Annual Science Conference, Reykjavik, Iceland.
- Boltovskoy D editor 1999. South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden.
- Bruno DO, Valencia-Carrasco C, Paci MA, Leonarduzzi E, Castro L, Riccialdelli L, Iachetti CM, Cadaillon A, Giesecke R, Schloss IR, et al. 2023. Spring plankton energy content by size classes in two contrasting environments of a high latitude ecosystem: The Beagle Channel. J Mar Sys 240:103876. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2023.103876>.
- Cepeda G, Ehrlich M, Derisio C, Severo A, Machinandiaarena L, Cadaveira M, Betti P, Do Souto M, Pantano C, Acha E. Zooplanktonic Crustacea and ichthyoplankton of the Patagonian Shelf-break Front: an overview. En Acha EM, Piola A, Iribarne O, editors. The Patagonian Shelfbreak Front: Ecology, Fisheries, Wildlife Conservation. Springer, Cham (Aceptado).
- Ciancio JE, Pascual MA, Beauchamp DA. 2007. Energy Density of Patagonian Aquatic Organisms and Empirical Predictions Based on Water Content. Trans Am Fish Soc 136:1415-1422.
- Cisewski B, Strass VH, Rhein M, Krüger S. 2010. Seasonal variation of diel vertical migration of zooplankton from ADCP backscatter time series data in the Lazarev Sea, Antarctica. Deep-Sea Res. I Oceanogr. Res. Pap. 57 (1), 78–94. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2009.10.005>.
- Falabella V, Campagna C, Croxall J. 2009. Atlas of the Patagonian Sea: Species and spaces. Buenos Aires: Wildlife Conservation Society and BirdLife International, Buenos Aires, Argentina, 15, 303.
- Figueroa DE, Díaz de Astarloa JM, Martos P. 1998. Mesopelagic fish distribution in the southwest Atlantic in relation to water masses. Deep-Sea Research I 45: 317-332.
- Folch J, Lees M, Sloane Stanley GH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J Biol Chem, 226(1), 497-509.
- Guerrero RA, Piola AR. 1997. Masas de agua en la plataforma continental. En: Boschi, E.E. (Ed.), Antecedentes históricos de las exploraciones en el mar y las características ambientales, 1997. Instituto Nacional de



Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata, pp. 107-118 (El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros, 1).

Ivanovic ML, Brunetti NE. 1994. Food and feeding of *Illex argentinus*. *Antarct Sci* 6(2), 185-193.

Kattner G, Hagen W, Lee RF, Campbell R, Deibel D, Falk-Petersen S, Graeve M, Hansen BW, Hirche HJ, Jónasdóttir SH et al. 2007. Perspectives on marine zooplankton lipids. *Can J Fish Aquat Sci* 64: 1628-1639.

Lee RF, Hagen W, Kattner G. 2006. Lipid storage in marine zooplankton. *Mar Ecol Progr Series* 307: 273-306.

Lutz VA, Segura V, Dogliotti AI, Gagliardini Domingo A., Bianchi AA, Balestrini CF. 2010. Primary production in the Argentine Sea during spring estimated by field and satellite models. *J Plankton Res* 32(2):181-195. <https://doi.org/10.1093/plankt/fbp117>.

Mauchline J, Fisher LR. 1969. The biology of the euphausiids. *Adv. Mar. Biol* 7: 1-454.

Omori M, Hamner WM. 1982. Patchy Distribution of Zooplankton: Behavior, Population Assessment and Sampling Problems. *Mar Biol* 72(2):193-200.

Padovani LN. 2013. Biodiversidad y ecología de los anfípodos hiperideos del Mar Argentino y aguas adyacentes: *Themisto gaudichaudii*, una especie clave. [Tesis doctoral]. Mar del Plata: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata. 142págs.

Pakhomov EA, Perissinotto R. 1996. Trophodynamics of the hyperiid amphipod *Themisto gaudichaudii* in the South Georgia region during late austral summer. *Mar Ecol Progr Ser* 134, 91-100.

Piola AR, Palma ED, Bianchi AA, Castro BM, Dottori M, Guerrero RA, Marrari M, Matano RP, Moller O, Saraceno M. 2018. Physical oceanography of the SW Atlantic shelf: a review. In: *Plankton Ecology of the Southwestern Atlantic*. Springer, Cham, pp. 37–56. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77869-3_2.

Ramírez FC (1970) Copépodos planctónicos del sector patagónico. Resultados de la Campaña Pesquería XI. *Physis* 79:473-476.

Ramírez FC. 2016. Eufáusidos. En: Boschi EE (Ed). Los crustáceos de interés pesquero y otras especies relevantes en los ecosistemas marinos. Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero INIDEP. 271 p. (Boschi, E.E. ed., *El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros*; 6).

Richoux N. 2011. Trophic ecology of zooplankton at a frontal transition zone: fatty acid signatures at the subtropical convergence, Southern Ocean. *J Plankton Res* 33: 491-505.

Roger C. 1975. Rythmes nutritionnels et organization d'une population de crustacés pelagiques (Euphausiacea). *Mar. Biol* 32: 365-378.

Romero SI, Piola AR, Charo M et al (2006) Chlorophyll-*a* variability off Patagonia based on SeaWiFS data. *J Geophys Res* 111:CO5021. <https://doi.org/10.1029/2005JC003244>

Stuart V. 1986. Feeding and metabolism of *Euphausia lucens* (Euphausiacea) in the southern Benguela current. *Mar Ecol Progr Ser* (30): 117-125.

Schmidt-Nielsen K. 1997. *Animal Physiology: Adaptation and Environment*, 5th edition. Cambridge University Press, New York.

Segura V, Lutz VA, Dogliotti A, Silva RI, Negri RM, Akselman R, Benavides H. 2013. Phytoplankton types and primary production in the Argentine Sea. *Mar Ecol Progr Ser* 491:15-31. <https://doi.org/10.3354/meps10461>.

Severo A, Cepeda GD, Acha EM. 2023. The effects of the Patagonian shelf-break front on copepods' abundance, biodiversity, and assemblages. *J Mar Sys* <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2023.103921>.

Stevens CJ, Sahota R, Galbraith MD, Venello TA, Bazinet AC, Hennekes M, Yongblab K, Juniper SK. 2022. Total lipid and fatty acid composition of mesozooplankton functional group members in the NE Pacific over a range of productivity regimes. *Mar Ecol Progr Ser* 687: 43-64.

Temperoni B, Isla Naveira R, Massa AE. 2022. Los ácidos grasos como indicadores de calidad nutricional del zooplancton: análisis primaveral en el Golfo San Jorge. *Inf Invest INIDEP* N 15/2022. 8p.



Temperoni B, Massa AE. 2021. Densidad energética del macrozooplancton en el Golfo San Jorge: variación estacional y espacial. Inf Invest INIDEP N 57/2021. 10p.

Temperoni B, Derisio C, Martos P, Marrari M. 2019. Abundancia y calidad nutricional del macrozooplancton en el Golfo San Jorge: implicancias tróficas para prerreclutas de *Merluccius hubbsi*. Inf Invest INIDEP N° 67/2019. 13p.

Temperoni B, Cepeda G. 2021. Densidad energética del macrozooplancton en el área de reproducción de la polaca *Micromesistius australis*. Inf Invest INIDEP N° 65/2021. 6p.

Vinogradov MY. 1970. Vertical Distribution of Oceanic Zooplankton. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, p. 339.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP