

# Los ácidos grasos como indicadores de calidad nutricional del zooplancton: análisis primaveral en el Golfo San Jorge

B. Temperoni, R. Isla Naveira, A.E. Massa

## Resumen

En el Golfo San Jorge, distintos taxa del macrozooplancton son fuente de alimento para numerosas especies de peces, incluyendo el estadio prerrecluta de *Merluccius hubbsi*. Conocer la calidad de dichas presas es un parámetro importante que puede condicionar la supervivencia y el reclutamiento. En este sentido, el objetivo del trabajo fue determinar la cantidad de ácidos grasos esenciales ( $\mu\text{g}$  ARA+EPA+DHA  $\text{mg}^{-1}$  lípidos) en eufáusidos (*Euphausia* spp.), anfípodos hiperideos (*Themisto gaudichaudii*), y decápodos (*Munida gregaria* y *Peisos petrunkevitchi*), a partir de material colectado durante la primavera de 2016. Los ácidos grasos se estimaron como un indicador de calidad nutricional, comparando entre taxa y evaluando sus variaciones espaciales respecto de las condiciones ambientales (clorofila a, chl-*a*, como proxy de biomasa fitoplanctónica; presencia de estratificación y sistemas frontales (parámetro de Simpson)). Para los análisis, se extrajeron los lípidos totales según Folch et al. (1957), y los ácidos grasos se determinaron por cromatografía gaseosa (según ISO 12966-2). No se observaron diferencias significativas en la cantidad de ARA+EPA+DHA entre los cuatro ítems analizados, los cuales variaron en un rango entre 33,0-439,9  $\mu\text{g}$   $\text{mg}^{-1}$  lípidos. Por el contrario, al realizar el análisis espacial por taxa, se observaron diferencias significativas, las cuales estuvieron asociadas a las condiciones oceanográficas y productivas. La calidad nutricional de eufáusidos y *M. gregaria*, grupos de preferencia herbívoros, fue mayor en las estaciones asociadas al sector costero de *upwelling* y a la presencia de frentes en los extremos norte y sur del golfo, donde las concentraciones de chl-*a* fueron máximas. Por otro lado, para el anfípodo carnívoro *T. gaudichaudii*, la mayor calidad nutricional no estuvo necesariamente asociada a sitios de biomasa fitoplanctónica elevada. Se encuentran en curso análisis de calidad nutricional de los mencionados taxa durante los períodos de verano e invierno, para completar el ciclo anual, teniendo en cuenta los cambios estaciones que ocurren en el golfo tanto en las condiciones físicas como productivas.





# Los ácidos grasos como indicadores de calidad nutricional del zooplancton: análisis primaveral en el Golfo San Jorge

B. Temperoni, R. Isla Naveira, A.E. Massa

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)  
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC, UNMdP-CONICET)

## Resumen

En el Golfo San Jorge, distintos taxa del macrozooplancton son fuente de alimento para numerosas especies de peces, incluyendo el estadio prerrecluta de *Merluccius hubbsi*. Conocer la calidad de dichas presas es un parámetro importante que puede condicionar la supervivencia y el reclutamiento. En este sentido, el objetivo del trabajo fue determinar la cantidad de ácidos grasos esenciales ( $\mu\text{g}$  ARA+EPA+DHA  $\text{mg}^{-1}$  lípidos) en eufáusidos (*Euphausia* spp.), anfípodos hiperideos (*Themisto gaudichaudii*), y decápodos (*Munida gregaria* y *Peisos petrunkevitchi*), a partir de material colectado durante la primavera de 2016. Los ácidos grasos se estimaron como un indicador de calidad nutricional, comparando entre taxa y evaluando sus variaciones espaciales respecto de las condiciones ambientales (clorofila a, chl-a, como proxy de biomasa fitoplanctónica; presencia de estratificación y sistemas frontales (parámetro de Simpson)). Para los análisis, se extrajeron los lípidos totales según Folch et al. (1957), y los ácidos grasos se determinaron por cromatografía gaseosa (según ISO 12966-2). No se observaron diferencias significativas en la cantidad de ARA+EPA+DHA entre los cuatro ítems analizados, los cuales variaron en un rango entre 33,0-439,9  $\mu\text{g}$   $\text{mg}^{-1}$  lípidos. Por el contrario, al realizar el análisis espacial por taxa, se observaron diferencias significativas, las cuales estuvieron asociadas a las condiciones oceanográficas y productivas. La calidad nutricional de eufáusidos y *M. gregaria*, grupos de preferencia herbívoros, fue mayor en las estaciones asociadas al sector costero de *upwelling* y a la presencia de frentes en los extremos norte y sur del golfo, donde las concentraciones de chl-a fueron máximas. Por otro lado, para el anfípodo carnívoro *T. gaudichaudii*, la mayor calidad nutricional no estuvo necesariamente asociada a sitios de biomasa fitoplanctónica elevada. Se encuentran en curso análisis de calidad nutricional de los mencionados taxa durante los períodos de verano e invierno, para completar el ciclo anual, teniendo en cuenta los cambios estaciones que ocurren en el golfo tanto en las condiciones físicas como productivas.

## Palabras Clave

Macrozooplancton, PUFA, índice de calidad nutricional, primavera, Golfo San Jorge

## Introducción

El zooplancton es una fuente de alimento muy importante para numerosas especies de peces, particularmente durante sus etapas tempranas de vida. El grado en el cual las necesidades nutricionales de los peces son suplidas por sus presas define la calidad de las mismas. Una presa de buena calidad es aquella cuya composición química brinda los nutrientes esenciales para el normal desarrollo individual (Reynolds y Rommel 1999; Izquierdo et al. 2000). En particular, la composición en ácidos grasos puede causar una diferencia en el valor nutricional de distintas especies (Ahlgren et al. 1997; St. John et al. 2001; Müller-Navarra 2008), pudiendo utilizarse como un indicador de calidad.

Los peces requieren la incorporación, a través de la dieta, de determinados ácidos grasos poliinsaturados (PUFA, del inglés *Polyunsaturated Fatty Acids*) que se denominan esenciales, siendo los más importantes el ácido araquidónico (ARA, 20:4n6), el docosahexanoico (DHA, 22:6n3) y el eicosapentaenoico (EPA, 20:5n3). En el medio marino, la fuente principal de estos PUFA esenciales se encuentra en el fitoplancton y algunos organismos del zooplancton (por ejemplo, copépodos), ya que los peces no poseen las enzimas necesarias para su síntesis de *novo* en cantidades adecuadas que suplan las demandas metabólicas (Dalsgaard et al. 2003). En este sentido, son altamente dependientes de sus presas para la incorporación de estos nutrientes esenciales. Dichas presas, a su vez, están fuertemente condicionadas por los cambios ambientales, tanto espaciales como temporales (ej.



estratificación de la columna de agua, presencia de sistemas frontales, concentración de clorofila *a*), que pueden provocar alteraciones en la biosíntesis de los PUFA.

La importancia de ARA, EPA y DHA para larvas y prerreclutas de peces ha sido ampliamente estudiada en condiciones de laboratorio. Los mismos sirven no sólo como fuente de energía, sino cumplen también un rol estructural en las membranas celulares, garantizando su integridad y fluidez. Asimismo, intervienen como precursores en la síntesis de eicosanoides, compuestos que regulan numerosas funciones fisiológicas, entre ellas las vinculadas con la reproducción y el desove (Bell y Sargent 2003; Tocher 2010). El DHA, en particular, está fuertemente concentrado en tejidos neuronales y retinales, lo cual tiene fuertes implicancias al momento de la predación, particularmente en larvas de primera alimentación (Mourente 2003). En este sentido, la incorporación de dichos PUFA con la dieta es clave, dada la influencia significativa que pueden ejercer sobre el desarrollo y la supervivencia de los estadios tempranos de vida (Sargent et al. 1999; Izquierdo et al. 2000). A largo plazo, un inadecuado aporte de los mismos durante la ontogenia puede constituir un factor limitante en el control de las poblaciones de peces (Litzow et al. 2006).

A pesar de que los PUFA esenciales son usados frecuentemente como indicadores de calidad nutricional del zooplancton (ej. Ahlgren et al. 1997; Kratina y Winder 2015), no existen a la fecha registros para la plataforma continental argentina, siendo este trabajo el primer aporte al respecto. Los muestreos se concentraron en el Golfo San Jorge (45°S-47°S; 65°30'W y la costa), una de las regiones más productivas y con mayor biodiversidad del Mar Argentino. El golfo es clave en el ciclo de vida de los recursos pesqueros más importantes de Argentina, siendo por ejemplo la principal área de cría de prerreclutas (= edad 0) de merluza común *Merluccius hubbsi*. Dada la importancia comercial de esta especie, resulta relevante evaluar la calidad del zooplancton que está disponible como alimento dentro del golfo, como un factor condicionante de la supervivencia de sus estadios tempranos de vida. Durante todo el año, los prerreclutas de merluza basan su dieta en eufáusidos (*Euphausia* spp.: *Euphausia lucens* + *Euphausia vallentini*), anfípodos hipéridos (*Themisto gaudichaudii*) y decápodos (*Munida gregaria* y *Peisos petrunkevitchii*) (Temperoni et al. 2013, 2018). Asimismo, dentro del golfo, al menos otras nueve especies de peces demersales predan sobre dichos componentes del zooplancton en algún momento del año (Sánchez y Prenschi, 1996). Entre estas especies se puede mencionar el abadejo *Genypterus* spp., el mero *Acanthistius brasilianus*, la merluza de cola *Macruronus magellanicus*, y rayas de la familia Rajidae.

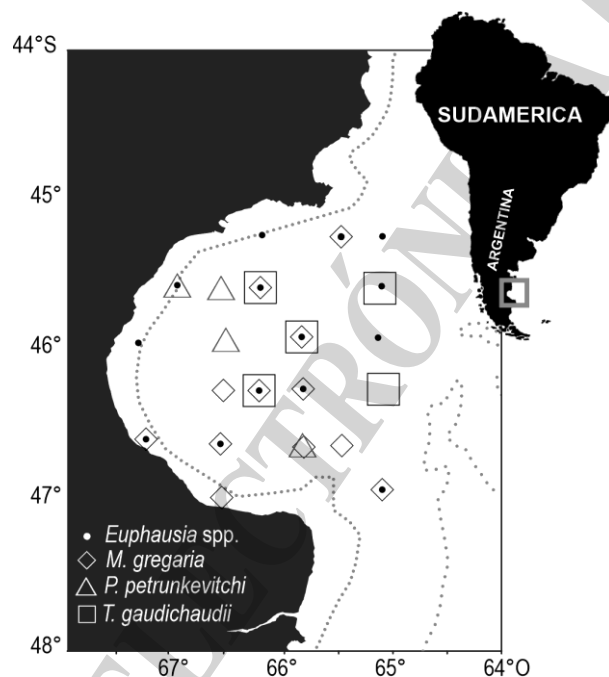
En este contexto, el objetivo del presente trabajo es determinar la calidad nutricional de distintos componentes del zooplancton que integran la dieta de peces en el Golfo San Jorge, utilizando a los PUFA esenciales (ARA+EPA+DHA) como indicadores. Se evaluarán posibles diferencias en la calidad de las distintas presas, así como la existencia de variaciones espaciales dentro del golfo durante el período de primavera, el cual representa un hábitat heterogéneo en términos oceanográficos y productivos. Esta información será útil no sólo en el contexto de la ecología trófica de dichas especies, sino también para un mejor entendimiento del flujo de energía en la trama trófica del GSJ.

## Materiales y métodos

### Toma de muestras y procesamiento en laboratorio

Las muestras de zooplancton se colectaron dentro del Golfo San Jorge, durante una campaña de investigación a bordo del buque ARA "Puerto Deseado" realizada en el marco de la iniciativa Pampa Azul en primavera (noviembre de 2016). Se utilizaron redes Bongo (equipada con malla de 300 µm) y RMT (*Rectangular Midwater Trawl*, 500 µm), operadas en arrastres oblicuos desde cercanías del fondo a la superficie, a una velocidad promedio de 2,5 nudos (Figura 1). A bordo, se realizó la separación de eufáusidos (*Euphausia* spp.), anfípodos hipéridos (*Themisto gaudichaudii*) y decápodos (*Munida gregaria* y *Peisos petrunkevitchii*), los cuales se almacenaron en nitrógeno líquido a -70°C.

Todos los análisis se realizaron en el Laboratorio del Programa “Tecnología, Valorización e Innovación de Productos Pesqueros” de INIDEP. Primero, se realizó la extracción individual de los lípidos en los cuatro componentes del zooplancton según Folch et al. (1957), los cuales se cuantificaron en forma gravimétrica. Luego, para la determinación de los ácidos grasos (AG) a partir de los lípidos extraídos, se realizó una metilación básica según protocolo de ISO 12966-2 (*International Organization for Standardization*, 2017) con ligeras modificaciones. Los ésteres metílicos obtenidos de los ácidos grasos fueron separados e identificados en un cromatógrafo gaseoso Shimadzu® GC-2010 equipado con un inyector automático (Shimadzu® AOC-20i) en modo split ( $T^{\circ} = 250^{\circ} \text{C}$ ; tasa de *split* = 5,0), una columna capilar de sílica fundida Omegawax Supelco® 320 (30 m x 0,32 mm d.i., 0,25  $\mu\text{m}$  de espesor del film de la fase estacionaria) y un detector de ionización a la llama ( $T^{\circ} = 250^{\circ} \text{C}$ ). Para identificar y cuantificar los AG, se emplearon estándares comerciales de ácidos grasos en organismos marinos (Supelco® FAME Mix C4-C24 + PUFA N°1 *Marine Source*). Los cromatogramas resultantes de cada corrida se analizaron con el *software* GC-solution. Los resultados se expresaron en forma cuantitativa ( $\mu\text{g}$  AG  $\text{mg}^{-1}$  lípidos), considerando la sumatoria de ARA, EPA y DHA.



**Figura 1.** Estaciones de muestreo dentro del Golfo San Jorge en las que se colectaron cuatro ítems del macrozooplancton durante primavera de 2016

### Análisis de datos

Se evaluó la existencia de posibles diferencias en la cantidad de ARA+EPA+DHA entre los distintos ítems del zooplancton y las estaciones de muestreo, por medio de test de ANOVA (o su correspondiente no paramétrico, en caso de no cumplirse los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas). Se trabajó con un nivel de significación  $p < 0,05$ . Los resultados derivados del análisis espacial se asociaron con la concentración de clorofila *a* satelital (proxy de biomasa fitoplanctónica; chl-*a*;  $\text{mg m}^{-3}$ ; promedio mensual MODIS Aqua, 2 km  $\text{pixel}^{-1}$ ; <https://modis.gsfc.nasa.gov/>) y la presencia de estratificación y sistemas frontales en el Golfo (definidos a partir del parámetro de estabilidad de Simpson  $\Phi$ ), como indicadores de heterogeneidad ambiental. El análisis detallado de dichos datos ambientales se encuentra en Temperoni et al. (2019).

## Resultados y Discusión

### Variabilidad de los PUFA esenciales entre ítems

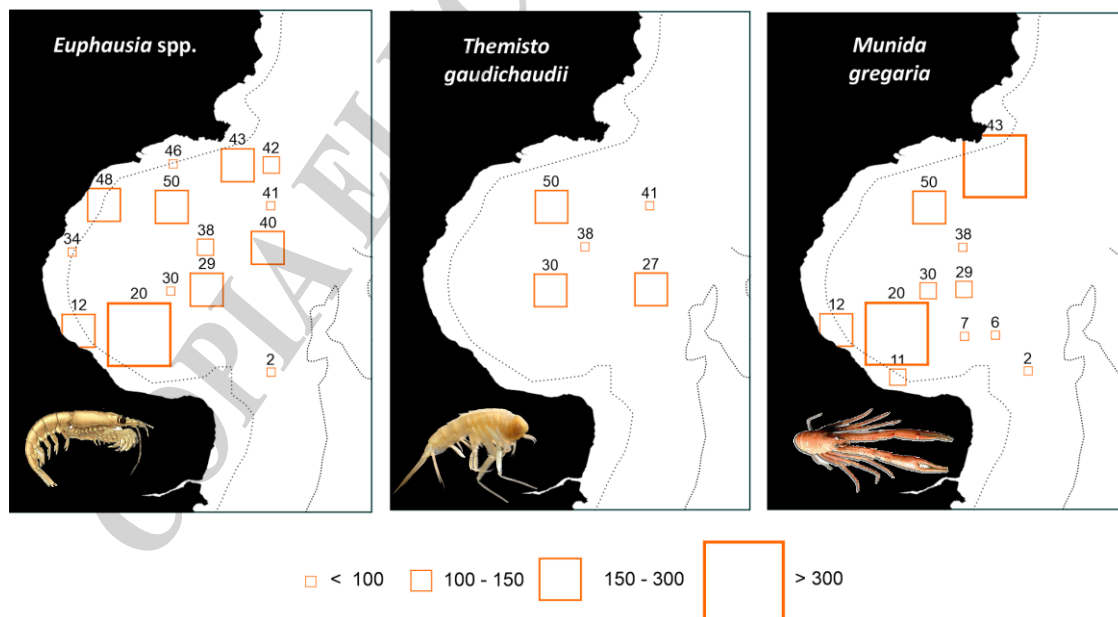
La cantidad de ARA+EPA+DHA, en promedio, fue similar en los cuatro ítems analizados ( $p > 0,05$ ; Tabla 1). El mayor valor se registró en los eufáusidos, y el mínimo en el decápodo *P. petrunkevitchi*. Los resultados representan el primero registro cuantitativo de la disponibilidad de PUFA esenciales en especies del zooplancton, y son de gran relevancia considerando que los ítems analizados son fuente de alimento de numerosas especies de peces dentro del Golfo. Aunque escasos, existen algunos estudios previos que han registrado el contenido de PUFA en términos cuantitativos, especialmente en el Océano Sur, para el krill *Euphausia superba* (Cripps et al. 1999; Richoux 2011) y el anfípodo *T. gaudichaudii* (Richoux 2011), estando dichos valores en el rango de los aquí presentados.

**Tabla 1.** Calidad nutricional ( $\mu\text{g}$  ARA+EPA+DHA  $\text{mg}^{-1}$  lípidos) de cuatro ítems del macrozooplancton en el Golfo San Jorge en primavera de 2016

	Media	Desvío estándar	Rango	n
<i>Euphausia</i> spp.	160,4	89,8	62,1 – 439,9	33
<i>Themisto gaudichaudii</i>	152,3	53,6	72,5 – 232,0	14
<i>Munida gregaria</i>	155,4	114,9	33,0 – 423,6	22
<i>Peisos petrunkevitchi</i>	148,8	71,7	96,6 – 302,5	8

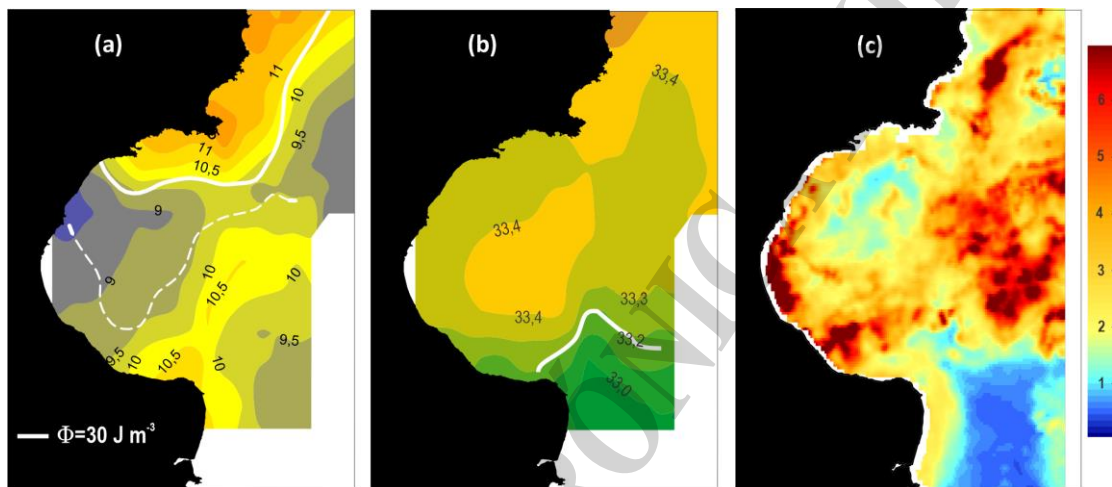
### Variabilidad espacial en los PUFA esenciales

En términos espaciales, se registraron diferencias significativas en la cantidad de ARA+EPA+DHA en *Euphausia* spp. (Kruskal-Wallis  $H_{(13, N=33)} = 22,75$ ,  $p = 0,0448$ ), *T. gaudichaudii* (ANOVA  $F_{(4, 9)} = 4,87$ ,  $p = 0,02287$ ) y *M. gregaria* (Kruskal-Wallis  $H_{(8, N=20)} = 17,71$ ,  $p = 0,0235$ ) (Figura 2), pero no en *P. petrunkevitchi* (no se muestra la figura).



**Figura 2.** Variabilidad espacial (los números codifican las estaciones de muestreo) en la calidad nutricional ( $\mu\text{g}$  ARA+EPA+DHA  $\text{mg}^{-1}$  lípidos) de tres ítems del macrozooplancton dentro del Golfo San Jorge en primavera de 2016.

La variabilidad espacial observada en el contenido de PUFA del zooplancton estuvo fuertemente ligada a las condiciones físicas y productivas registradas durante la campaña. Los gradientes térmicos horizontales observados en el fondo (isolínea de  $30 \text{ J m}^{-3}$  de estabilidad) (Figura 3a) evidenciaron la incipiente formación del Sistema Frontal Norpatagónico al norte del Golfo y litoral de Chubut. Se observaron, además, áreas centrales del Golfo levemente estratificadas. Por otro lado, el campo de salinidad de fondo (Figura 3b) evidenció valores típicos de aguas de plataforma en la mayor parte del Golfo, así como la intrusión de aguas de baja salinidad en el extremo sur, conformando el Sistema Frontal del Golfo San Jorge. En cuanto a la chl-*a* satelital (Figura 3c), las mayores concentraciones se observaron en el sector costero al sur del Golfo, posiblemente asociadas a la existencia de surgencia o *upwelling* de aguas frías ricas en nutrientes (Tonini 2010; Pisoni et al. 2020), y en la boca del mismo, asociadas a aguas homogéneas del frente sur, mientras que menores valores se registraron en las aguas estratificadas de la zona central.



**Figura 3.** (a) Campo de temperatura de fondo ( $^{\circ}\text{C}$ ) (línea completa representa la posición del Sistema Frontal Norpatagónico; línea punteada separa aguas homogéneas de estratificadas), (b) campo de salinidad de fondo (línea blanca esquemática representa la posición del Sistema Frontal del Golfo San Jorge), y (c) concentración de clorofila *a* satelital; MODIS Aqua,  $2 \text{ km pixel}^{-1}$ ; promedio mensual) en el Golfo San Jorge en primavera de 2016.

Siguiendo estos patrones, los mayores valores de PUFA de eufáusidos y *M. gregaria* se registraron en el sector de *upwelling* (estaciones 12 y 20) y de desarrollo de sistemas frontales (estaciones 43 y 50), asociados a las máximas concentraciones de chl-*a*. Tanto el género *Euphausia* como el morfotipo pelágico de *M. gregaria*, el cual predomina por sobre el morfotipo bentónico *subrugosa* en el Golfo en primavera (Ravalli et al. 2013; Varisco 2013), presentan un comportamiento herbívoro, a través del cual podrían estar obteniendo elevadas cantidades de PUFA sintetizadas por la biomasa fitoplanctónica disponible en dichos sectores. Esa biomasa estuvo representada mayoritariamente por diatomeas ( $> 10 \mu\text{m}$ ) (Silva et al. 2018). Por otro lado, para los anfípodos *T. gaudichaudii*, cuya distribución suele asociarse a aguas de plataforma media y no costeras, el patrón espacial con respecto a la distribución de chl-*a* fue menos evidente, observándose alto contenido de PUFA en sectores en los cuales la biomasa fitoplanctónica fue baja (ej. estaciones 30 y 50). Esto puede explicarse considerando que dichos organismos son carnívoros (Pakhomov y Perissinotto 1996).

Cabe mencionar que los resultados obtenidos brindan un panorama acerca de la calidad nutricional y los ácidos grasos esenciales disponibles en el zooplancton presa del golfo durante la primavera. Es sabido que las condiciones oceanográficas y productivas de dicho sistema varían estacionalmente, lo cual podría trasladarse hacia la composición en ácidos grasos del zooplancton. Análisis previos han demostrado que el valor energético del macrozooplancton, derivado de sus



reservas lipídicas, varía en forma significativa a lo largo del año (Temperoni y Massa 2021). En este sentido, y considerando también la alternancia estacional de las formas fitoplanctónicas dominantes en el golfo, son esperables cambios en la disponibilidad de ácidos grasos en el zooplancton presa. Se encuentran en curso análisis al respecto, que completarán el ciclo estacional aquí iniciado, y que permitirán ampliar el panorama respecto de cómo fluctúa la calidad del zooplancton a lo largo del año y de qué manera podría repercutir sobre la condición nutricional de los peces que de ellos se alimentan.

## Bibliografía

- Ahlgren G, Goedkoop W, Markensten H, Sonesten L, Boberg M. 1997. Seasonal variations in food quality for pelagic and benthic invertebrates in Lake Erken – the role of fatty acids. *Freshwater Biol* 38: 555-570.
- Bell JG, Sargent JR. 2003. Arachidonic acid in aquaculture feeds: current status and future opportunities. *Aquaculture* 218: 491-499.
- Cripps GC, Watkins JL, Hill HJ, Atkinson A. 1999. Fatty acid content of Antarctic krill *Euphausia superba* at South Georgia related to regional populations and variations in diet. *Mar Ecol Prog Ser* 181: 177-188.
- Dalsgaard J, St. John JM, Müller-Navarra DC, Hagen W. 2003. Fatty acid trophic markers in the pelagic marine environment: a review. *Adv Mar Biol* 46: 225-340.
- Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GH. 1957. A Simple Method for the Isolation and Purification of Total Lipides from Animal Tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509.
- International Organization for Standardization. 2017. Animal and vegetable fats and oils – Gas chromatography of fatty acid methyl esters. Part 2: Preparation of methyl esters of fatty acids (ISO 12966-2).
- Izquierdo MS, Socorro J, Arantzamendi L, Hernández-Cruz CM. 2000. Recent advances in lipid nutrition in fish larvae. *Fish Physiol Biochem* 22: 97-107.
- Litzow MA, Bailey KM, Prahl FG, Heintz R. 2006. Climate regime shifts and reorganization of fish communities: the essential fatty acid limitation hypothesis. *Mar Ecol Prog Ser* 315: 1-11.
- Mourente G. 2003. Accumulation of DHA (docosahexaenoic acid; 22:6n-3) in larval and juvenile fish brain. En: Browman HI, Skiftesvik AB, editores. *The Big Fish Bang*. Bergen: Institute of Marine Research. p. 239-248.
- Müller-Navarra DC. 2008. Food web paradigms: the biochemical view on trophic interactions. *Int Rev Hydrobiol* 93: 489-505.
- Pakhomov EA, Perissinotto R. 1996. Trophodynamics of the hyperiid amphipod *Themisto gaudichaudii* in the South Georgia region during late austral summer. *Mar Ecol Prog Ser* 134: 91-100.
- Pisoni JP, Rivas AL, Tonini MH. 2020. Coastal upwelling in the San Jorge Gulf (Southwestern Atlantic) from remote sensing, modeling and hydrographic data. *Est Coast Shelf Sci* 245: 106919.
- Reynolds JEI, Rommel SA. 1999. *Biology of Marine Mammals*. Washington: Smithsonian Institution Press. 589 p.
- Richoux NB. 2011. Trophic ecology of zooplankton at a frontal transition zone: fatty acid signatures at the subtropical convergence, Southern Ocean. *J Plankton Res* 33(3): 491-505.
- Sánchez F, Prenski LB. 1996. Ecología trófica de peces demersales en el Golfo San Jorge. *Rev Invest Desarr Pesq*. 10: 57-71.
- Sargent JR, McEvoy LA, Estévez A, Bell G, Bell M, Henderson J, Tocher D. 1999. Lipid nutrition of marine fish during early development: current status and future directions. *Aquaculture* 179: 217-229.
- Silva RI, Almandoz G, Montoya N, Segura V, Cefarelli AO, Fabro E. Distribución espacial de la comunidad del fitoplancton en el Golfo San Jorge durante las primaveras de 2016 y 2017. En: Parma AM, Sánchez-Carnero N, Venerus L, editores. *V Seminario Golfo San Jorge: Avances y retos futuros*. Puerto Madryn: CENPAT. p. 24.
- St. John MA, Clemmesen C, Lund T, Koster T. 2001. Diatom production in the marine environment: implications for larval fish growth and condition. *ICES J Mar Sci* 58: 1106-1113.
- Temperoni B, Massa AE. 2021. Densidad energética del macrozooplancton en el Golfo San Jorge: Variación estacional y espacial. *Inf Invest INIDEP N°57/2021*. 10 p.
- 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*. 12 p.



- Temperoni B, Massa A, Viñas MD. 2018. Effect of nursery ground variability on condition of *Merluccius hubbsi* Marini 1933 prerecruits (age-0+ year). J Fish Biol 93(6): 1090-1101.
- Temperoni B, Viñas MD, Buratti C. 2013. Feeding strategy of juvenile (age-0) Argentine hake (*Merluccius hubbsi*) in the Patagonian nursery ground. J Fish Biol 83: 1354-1370.
- Tocher DR. 2010. Fatty acid requirements in ontogeny of marine and freshwater fish. Aquaculture Res 41: 717-732.
- Tonini MH. 2010. Modelado Numérico del Ecosistema de los Golfos Norpatagónicos. [Tesis Doctoral]. Bahía Blanca: Universidad Nacional del Sur. 255 pp.
- Winder M, Kratina P. 2015. Biotic invasions can alter nutritional composition of zooplankton communities. Oikos 124: 1337-1345.

Este trabajo se puede citar como:

Temperoni B, Isla Naveira R, Massa AE. 202X. Los ácidos grasos como indicadores de calidad nutricional del zooplancton. Inf Invest INIDEP N° 015/2022, 08 pp.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP