

EL ZOOPLANCTON DEL HÁBITAT REPRODUCTIVO
DE LA POBLACIÓN BONAERENSE DE ANCHOÍTA (*Engraulis anchoita*),
CON ESPECIAL ÉNFASIS EN CRUSTÁCEOS*

por

MARÍA D. VIÑAS^{1,2}, MARINA MARRARI^{3,4}, ROSANA DI MAURO^{1,2},
GEORGINA CEPEDA^{1,2} y LUCIANO PADOVANI^{1,2}

¹Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP),
Paseo Victoria Ocampo N° 1, Escollera Norte, B7602HSA - Mar del Plata, Argentina
correo electrónico: mdvinas@inidep.edu.ar

²Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), Facultad de Ciencias Exactas y
Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP),
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

³Departamento de Oceanografía, Servicio de Hidrografía Naval, Buenos Aires, Argentina

⁴Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

SUMMARY

Zooplankton of Argentine anchovy (*Engraulis anchoita*) Northern stock reproductive habitat, with special emphasis in crustaceans. The information gathered in Argentine anchovy (*Engraulis anchoita*) Northern population assessment cruises allowed to perform studies on the zooplankton community of the Buenos Aires shelf since 1995. In this work the most relevant results as regards the taxonomy and size structure of the community, faunistic areas, and “key” species in relation to the hydrographic conditions and frontal systems of the region are presented. Besides, the consequences those results might have on Argentine anchovy trophic ecology are analyzed. The taxonomic groups studied included copepods, cladocerans, appendicularians, chaetognaths, amphipods, and euphausiids. The multivariate analysis applied to quantitative data allowed to clearly distinguish three faunistic areas with different taxa and oceanographic conditions: Río de la Plata River (ARP), coastal (AC), and shelf (AP). Although predominance of copepods less than 1 mm total length was observed in the three areas, the largest abundances were registered in ARP and AC, Argentine anchovy reproductive habitat. The high abundance, wide distribution and size structure of *Oithona nana*, *O. helgolandica*, and *Paracalanus parvus* turn the species into “key” prey for the different *E. anchoita* ontogenic stages.

RESUMEN

Las campañas de evaluación de la población bonaerense de anchoíta (*Engraulis anchoita*) han permitido realizar estudios sobre la comunidad zooplanctónica de la plataforma bonaerense desde 1995. En este trabajo se presentan los resultados más relevantes respecto de la estructura taxonómica y por talla de la comunidad, áreas faunísticas y especies

“clave” en relación con las condiciones hidrográficas y sistemas frontales de la región. Se analizan, además, las consecuencias que esos resultados podrían tener en la ecología trófica de la anchoíta. Los grupos taxonómicos estudiados incluyeron copépodos, cladóceros, apendicularias, quetognatos, anfípodos y eufáusidos. El análisis multivariado aplicado a datos cuantitativos permitió distinguir claramente tres áreas faunísticas con distintas especies representativas y condiciones oceanográficas: Río de la Plata (ARP), costera (AC) y de plataforma (AP). A pesar de que se observó predominancia de copépodos de talla inferior a 1 mm de largo total en las tres áreas, las mayores abundancias se registraron en ARP y AC, hábitat reproductivo de la anchoíta. La gran abundancia, amplia distribución y estructura de tallas de *Oithona nana*, *O. helgolandica* y *Paracalanus parvus* convierte a estas especies en presas “clave” para los distintos estadios ontogénicos de *E. anchoíta*.

Key words: Mesozooplankton, microzooplankton, faunistic areas, Buenos Aires shelf, Argentine Sea.

Palabras clave: Mesozooplankton, microzooplankton, áreas faunísticas, plataforma bonaerense, Mar Argentino.

INTRODUCCIÓN

El zooplancton ocupa una posición clave en la trama trófica pelágica por su rol en la transferencia de materia y energía desde las algas unicelulares hacia niveles tróficos superiores, incluyendo éstos las poblaciones de peces explotadas por el hombre. La disponibilidad de zooplancton del tamaño conveniente en el momento y lugar adecuado durante el período de la primera alimentación larval constituye la conocida hipótesis de *match-mismatch* (Cushing, 1990). La alimentación y la predación son factores ambientales considerados entre los más importantes en el control de la fuerza de una clase anual, en un gran número de peces de importancia comercial (Bailey y Houde, 1989; Takahashi y Watanabe, 2005). La investigación sobre el zooplancton marino ha ganado un fuerte impulso en las últimas décadas con el auspicio del Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES) (Harris, 1995) y ha sido desarrollada en el marco de importantes proyectos internacionales como el Joint Global Ocean Flux Study (JGOFS) y el Global Ocean Ecosystem Dynamics (GLOBEC) (Lenz, 2000).

En particular, dentro de la comunidad zooplanctónica se han identificado algunas especies “clave” que por su dominancia, historia de vida, morfología o fisiología, juegan un rol central en el funcionamiento de la comunidad o en los flujos biogeoquímicos (Verity y Smetacek, 1996). Se ha

demostrado que la presencia de tales especies está fuertemente relacionada con la dinámica de las larvas y los adultos de los peces pelágicos (Hunter y Alheit, 1995).

La biodiversidad del zooplancton de la plataforma bonaerense ha sido exhaustivamente estudiada desde la década de los sesenta por investigadores del Laboratorio de Zooplancton del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). Por su dominancia en la comunidad zooplanctónica y su importancia en las tramas tróficas del Mar Argentino (Viñas *et al.*, 2011), varios de estos trabajos se centraron especialmente en los crustáceos, entre los que pueden citarse los referidos principalmente a copépodos (Ramírez, 1966 a, b, 1971 a, 1981 a; Santos y Ramírez, 1991; Fernández Aráoz *et al.*, 1994; Ramírez y Sabatini, 2000; Berasategui *et al.*, 2006), cladóceros (Ramírez, 1981 b; Viñas *et al.*, 2007), eufáusidos (Ramírez, 1971 b, 1973), anfípodos (Ramírez y Viñas, 1985) y a la comunidad en su conjunto (Fernández Aráoz *et al.*, 1991; Ramírez y Santos, 1994). Todos estos trabajos contribuyeron a crear el inventario faunístico de los principales grupos de crustáceos y aportaron valiosa información sobre su distribución en relación con los factores hidrográficos. Sin embargo, estos estudios fueron en su gran mayoría cualitativos, utilizándose en el muestreo mallas filtrantes de 300 µm o más de pasaje, por lo que la fracción menor del mesozooplankton y el microzooplankton no fueron retenidos. Cabe destacar que los estadios de desarrollo de los

crustáceos holoplanctónicos están incluidos, en su mayoría, dentro de estas fracciones de tamaño.

Desde 1995 se vienen realizando estudios sobre la comunidad zooplanctónica de la plataforma bonaerense (entre 34° S y 41° S) asociados a las campañas de evaluación de la población bonaerense de anchoíta (*Engraulis anchoita*). El objetivo general de estos estudios fue identificar los patrones de abundancia y distribución del zooplancton en el hábitat reproductivo de la especie y, en particular:

- 1) Describir la estructura taxonómica de la comunidad.
- 2) Identificar sus especies “clave”.
- 3) Analizar su estructura de tallas.
- 4) Relacionar los patrones observados con las condiciones oceanográficas.
- 5) Analizar su implicancia trófica para las diferentes etapas ontogénicas de la anchoíta.
- 6) Optimizar el diseño de muestreo para ser incluido en forma permanente en las próximas campañas de evaluación.

En el presente trabajo se destacan los principales avances logrados, sobre la base de la información proveniente de publicaciones y tesis doctorales realizadas en el marco del Programa “Pesquerías de Peces Pelágicos” y se presentan algunas recomendaciones para incluir en los futuros estudios.

MATERIALES Y MÉTODOS

Región de estudio

La región de estudio comprende la denominada plataforma bonaerense entre 34° S y 41° S. Las masas de agua presentes son de origen subantártico, diluidas por descargas continentales y modificadas por intercambios de masa y calor con la atmósfera (Guerrero y Piola, 1997). La batimetría junto con cambios en la línea de costa, aportes

continentales y celdas de alta salinidad localmente generadas, confieren a la región una gran complejidad oceanográfica y biológica (Lucas *et al.*, 2005).

En el sector norte la interacción de aguas diluidas del Río de la Plata con las de plataforma genera una zona frontal de marcada variabilidad espacial (Guerrero *et al.*, 1997). Este frente se caracteriza por una elevada productividad, debido principalmente al aporte de nutrientes proveniente de las aguas del río y a la estabilidad de la columna de agua (Carreto *et al.*, 1986; Mianzan *et al.*, 2001; Acha *et al.*, 2004).

Hacia el sur, el sector de “El Rincón” (39° S-41° S), presenta características hidrográficas particulares. En su franja costera, la descarga combinada de los ríos Negro y Colorado forman un sistema estuarino. El frente salino se orienta con dirección norte-sur y separa las aguas diluidas (30,0-33,3 de salinidad) al oeste de otras con máximos relativos de salinidad (33,7-34,1) (Guerrero, 1998; Lucas *et al.*, 2005, Martos *et al.*, 2005; Auad y Martos, 2012), hacia el este. Estas aguas de alta salinidad se originan en el Golfo San Matías (Guerrero y Piola, 1997; Guerrero, 1998; Lucas *et al.*, 2005). Hacia el este del máximo relativo de salinidad, Lucas *et al.* (2005) describen un segundo frente, de gradiente menor que el anterior, que separa esas aguas de alta salinidad de las aguas de salinidades intermedias y más cálidas de plataforma, transportadas desde el sur.

Sobre la región nerítica bonaerense, Carreto *et al.* (1995) señalan la existencia de dos sistemas productivos diferentes, costero y de plataforma, separados por un frente casi permanente, el “frente costero” o “frente de plataforma media” (Romero *et al.*, 2006; Marrari *et al.*, 2013). El sistema costero presenta profundidades generalmente inferiores a los 50 m y está caracterizado por la presencia de aguas verticalmente homogéneas durante todo el año, debido al efecto combinado de vientos y mareas. Se han registrado allí concentraciones mínimas de nitratos y clorofila *a*. El sistema de aguas subantárticas de plataforma, en

cambio, presenta estratificación estacional de la columna de agua y dos máximos bien definidos de clorofila *a*, el mayor en primavera y el menor en otoño (Carreto *et al.*, 1995; Guerrero y Piola, 1997).

Diseño de muestreo

Para este trabajo hemos seleccionado los resultados de cinco campañas. En la primera de ellas (OB-09/1995), el muestreo se efectuó en 46 estaciones distribuidas en varias secciones perpendiculares a la costa, desde 34° S hasta 38° 30' S (Viñas *et al.*, 2002), abarcando sectores costeros y de plataforma. En la segunda (EH-08/1999), el área muestreada fue más extensa (34° S-41° S), incluyendo el sector de “El Rincón” (Figura 1). En años posteriores se estableció un muestreo en cuatro secciones cuya finalidad fue reducir el número de muestras a obtener y analizar en sucesivas campañas, sin dejar de cubrir la variabilidad observada en el zooplancton en los primeros estudios (Di Mauro, 2011; Cepeda *et al.*, 2012). Se definieron así dos secciones frente a la boca del Río de la Plata, una frente a Mar del Plata y otra en el sector de “El Rincón” (Figura 1). En la Tabla 1 se indican las campañas mencionadas consignándose su rango latitudinal, el número de muestras obtenidas y tipos de muestreadores y mallas utilizados. Se señalan también las publicaciones derivadas del análisis del material obtenido en las mismas.

Obtención y análisis de las muestras

Las muestras de zooplancton fueron obtenidas con muestreadores Bongo y Pairovet, ambos con malla de 220 μm , y Minibongo con malla de 67 μm (Tabla 1). Los arrastres fueron oblicuos (Bongo y Minibongo) o verticales (Pairovet) desde cercanías del fondo hasta la superficie a una velocidad de 2-3 nudos. El volumen filtrado por cada red fue estimado mediante un flujómetro colocado en su boca.

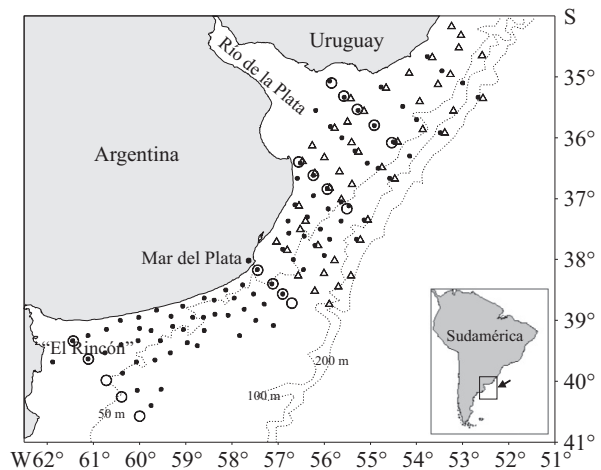


Figura 1. Localización de las estaciones de muestreo de Bongo (triángulo), Pairovet (círculo pequeño) y Minibongo (círculo grande) correspondientes a las campañas analizadas (ver Tabla 1) que se realizaron en la plataforma bonaerense y Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya en primavera.

Figure 1. Location of Bongo (triangle), Pairovet (small circle) and Minibongo (large circle) sampling stations corresponding to the cruises analyzed (see Table 1) carried out in the Buenos Aires shelf and the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone in Spring.

En todos los casos las muestras fueron preservadas en solución de formalina al 4%, inmediatamente luego de obtenidas. Previo al análisis en el laboratorio se obtuvieron submuestras cuyo volumen se adecuó a la densidad de zoopláncteres presente en la muestra, tomando como referencia al grupo de los copépodos por ser el grupo más representativo. Se consideró adecuado el tamaño de la alícuota si contenía al menos 100 individuos adultos de la especie de copépodo dominante.

La identificación taxonómica se hizo con microscopio estereoscópico siguiendo la bibliografía específica. Los grupos identificados hasta nivel de especie fueron copépodos, cladóceros, anfípodos, eufáusidos y quetognatos. También se cuantificaron estadios de desarrollo de copépodos, hidromedusas, salpas, apendicularias y larvas del meroplancton. Los copépodos (adultos y

Tabla 1. Campañas incluidas en el presente trabajo realizadas en la plataforma bonaerense y Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya en primavera. Se indican el rango latitudinal, fechas, muestreadores y malla empleados. Se incluyen, además, las referencias bibliográficas donde se publicaron los resultados. El número de muestras analizadas en cada campaña se indica entre paréntesis.

Table 1. Cruises included in this work carried out in the Buenos Aires shelf and the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone in Spring. The latitudinal range, dates, samplers and mesh employed are indicated. The bibliographic references where results were published are included. The number of samples analyzed in each cruise is shown between parenthesis.

Código de la campaña	Rango latitudinal	Fecha	Muestreador	Malla (μm)	Publicación
OB-11/1995	34° S-39° S	11-20/10/1995	Bongo (46)	200	Viñas <i>et al.</i> (2002)
EH-09/1999	34° S-41° S	14-23/10/1999	Paironet (53)	200	Marrari <i>et al.</i> (2004)
EH-07/2002	34° S-41° S	02-13/11/2002	Minibongo (18)	67	Di Mauro (2011), Cepeda <i>et al.</i> (2012)
OB-10/2003	34° S-41° S	28/10-4/11/2003	Minibongo (17)	67	Di Mauro (2011)
OB-07/2004	34° S-41° S	19-31/10/2004	Minibongo (15)	67	Di Mauro (2011)

copepoditos) se agruparon en tres categorías de tamaño: < 1 mm, 1-2 mm y > 2 mm de largo total. Los resultados se expresaron en número de individuos por metro cúbico (ind. m^{-3}).

Por el tipo de redes y mallas utilizadas se considera que estos muestreos fueron adecuados para la fracción del mesozooplankton (> 220 - 2.000 μm). La fracción mayor del microzooplankton ($> 67 \leq 220$ μm) sólo fue retenida por la malla de 67 μm en aquellas campañas en las que se empleó la red Minibongo (Tabla 1).

En la Campaña OB-11/1995 se determinó a bordo la biomasa zooplanctónica total por el método gravimétrico y se expresó en miligramos de peso húmedo por metro cúbico (mg PH m^{-3}). En este crucero se estimó además la biomasa fitoplanctónica. Para ello se obtuvieron muestras de agua de superficie y se midió en el laboratorio la concentración de clorofila *a* ($\mu\text{g l}^{-1}$) mediante el método de Holm-Hansen *et al.* (1965).

Análisis de los datos

Para el análisis de datos se utilizaron métodos estadísticos clásicos y diversos métodos multivariados detallados en cada publicación (*i.e.*, Cluster, Análisis de Componentes Principales, etc.).

En todos los casos se emplearon datos cuantitativos para confeccionar las matrices de abundancia de especies/taxones a las que se les aplicó la transformación $\log(x + 1)$ para facilitar la representación de aquellos menos abundantes. Si bien se asumió que la abundancia del macrozooplankton (> 2.000 μm) fue fuertemente subestimada por los muestreadores empleados, estos registros fueron incluidos en los análisis multivariados para definir más claramente las áreas faunísticas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Abundancia y biomasa

En todas las campañas analizadas se observó la dominancia absoluta de los copépodos sobre los demás grupos taxonómicos con excepción de los cladóceros que, en algunas estaciones costeras, los superaron en número.

Entre los copépodos, los de talla inferior a 1 mm fueron numéricamente dominantes, con densidades máximas en el área frontal del Río de la Plata, el sector de “El Rincón” y la plataforma media (Figura 2). En forma similar, las biomásas

zooplanctónicas totales presentaron sus máximos valores en el área del Río de la Plata y en la plataforma media, en coincidencia con las mayores concentraciones de clorofila *a* (Figura 3).

Por su abundancia y amplia distribución, los copépodos de talla menor, representados principalmente por las especies *Oithona nana*, *O. helgolandica* (syn. *O. similis*) y *Paracalanus parvus*, dominaron la comunidad del mesozooplankton, seguidos por la apendicularia *Oikopleura dioica* y los cladóceros *Pleopis polyphemoides* y *Evadne nordmanni* (Tabla 2).

Áreas faunísticas

En la mayoría de los trabajos mencionados (Marrari *et al.*, 2004; Di Mauro 2011; Cepeda *et al.*, 2012) en los que se analizó la comunidad zooplanctónica, se observó la formación de tres áreas faunísticas con diferente composición de especies y características hidrográficas que denominaremos por su ubicación geográfica: área del Río de la Plata (ARP), área costera (AC) y área de plataforma (AP). Cabe destacar que las tres áreas fueron identificadas también en el muestreo por sec-

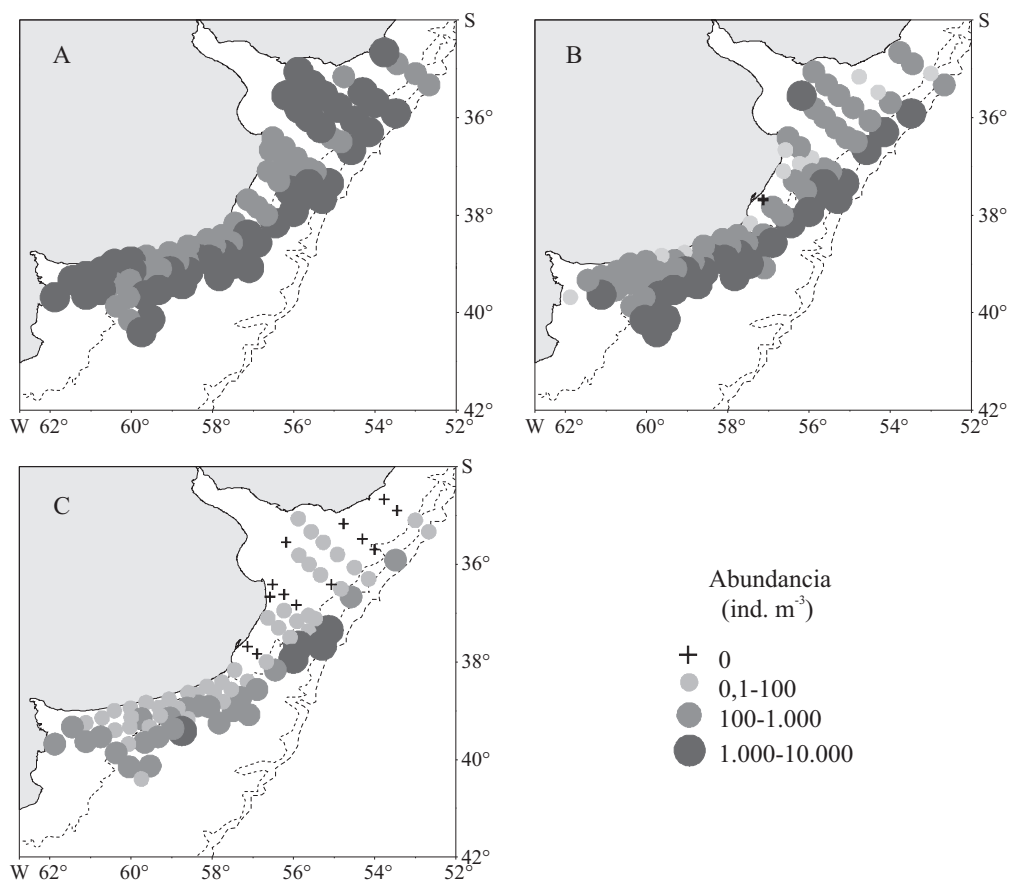


Figura 2. Abundancia de copépodos de tallas < 1 mm (A), 1-2 mm (B) y > 2 mm (C). Resultados de la Campaña EH-08/1999 realizada en la plataforma bonaerense y Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya en primavera. Modificado de Marrari *et al.* (2004).

Figure 2. Abundance of copepods < 1 mm (A), 1-2 mm (B) and > 2 mm (C) sizes. Results of the EH-08/1999 cruise carried out in the Buenos Aires shelf and the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone in Spring. Modified from Marrari *et al.* (2004).

ciones con malla fina (Di Mauro, 2011; Cepeda *et al.*, 2012). En la Figura 4 se presenta un esquema de la distribución espacial de las mencionadas áreas y la lista de especies representativas de cada una de ellas. Estas áreas presentaron una marcada persistencia interanual en su biocenosis y localización geográfica que, dependió principalmente de las características físico-químicas y productivas de las masas de agua, como se explicará más adelante. La única excepción fue la Campaña OB-11/1995 en la cual el área del Río de la Plata no estuvo claramente representada (Viñas *et al.*,

2002). En este caso particular, la influencia de aguas del río sobre la plataforma fue mucho menor que lo habitual para esta época del año, como muestra la ubicación de la isohalina de 30 frente al Río de la Plata. Esto dio lugar a una dominancia de aguas de plataforma en la región de estudio (Figura 3 A).

Área faunística del Río de la Plata

El área del Río de la Plata estuvo comprendida entre 34° 30' S y 38° S aproximadamente, y pre-

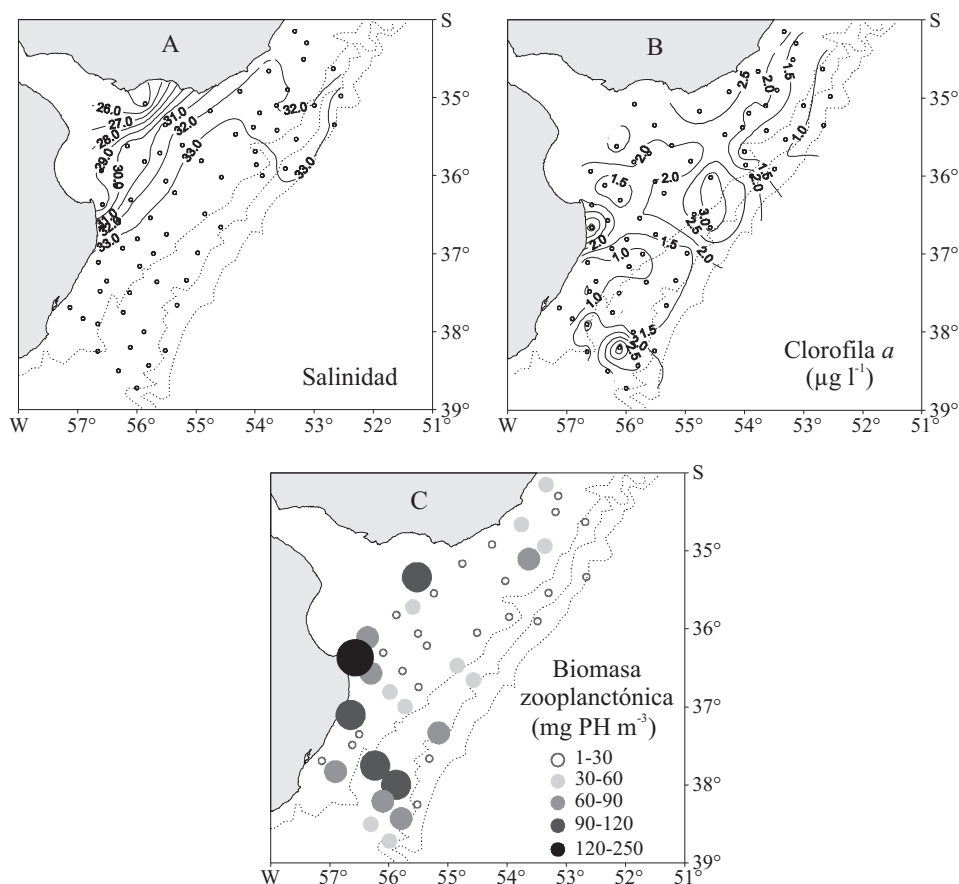


Figura 3. Distribución horizontal de salinidad (A), concentración de clorofila *a* (B) y biomasa zooplanctónica (C) expresada como peso húmedo (PH) en la Campaña OB-11/1995 realizada en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya en primavera. Modificado de Viñas *et al.* (2002).

Figure 3. Horizontal distribution of salinity (A), chlorophyll *a* concentration (B) and zooplanktonic biomass (C) expressed as wet weight (PH) in the OB-11/1995 cruise carried out in the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone in Spring. Modified from Viñas *et al.* (2002).

Tabla 2. Abundancia promedio (ind. m⁻³) de las principales especies de copépodos, cladóceros, apendicularias, quetognatos, anfípodos y eufáusidos en las tres áreas faunísticas por rango de talla. Se consignan, además, la abundancia de nauplii y copepoditos de Calanoida y Cyclopoida. Muestras obtenidas en las campañas EH-07/2002, OB-10/2003 y OB-07/2004 realizadas en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya en primavera con muestreador Minibongo, malla de 67 µm. Base de datos de Di Mauro (2011) con excepción de *: datos provenientes de Viñas *et al.* (2002).

Table 2. Average abundance (ind. m⁻³) of the main species of copepods, cladocerans, appendicularians, chaetognaths, amphipods and euphausiids in the three faunistic areas per size range. Abundance of nauplii and copepodites of Calanoida and Cyclopoida are also indicated. Samples were obtained in the EH-07/2002, OB-10/2003 and OB-07/2004 cruises carried out in the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone in Spring with a 67 µm mesh Minibongo sampler. Database from Di Mauro (2011) with the exception of *: data from Viñas *et al.* (2002).

	Área del Río de la Plata	Área costera	Área de plataforma
< 1 mm			
Nauplii	10.247	12.411	3.568
Copepoditos Calanoida	4.018	1.978	1.410
Copepoditos Cyclopoida	1.880	2.898	587
<i>Oithona nana</i>	1.499	1.802	363
<i>Oithona helgolandica</i>	457	1.368	906
<i>Paracalanus parvus</i>	545	405	18
<i>Parvocalanus crassirostris</i>	620	5	7
<i>Euterpina acutifrons</i>	78	33	3
<i>Microsetella norvegica</i>	25	683	81
<i>Evadne nordmanni</i>	548	751	38
<i>Pleopis polyphemoides</i>	789	329	3
1-2 mm			
<i>Oithona atlantica</i>	2	2	24
<i>Acartia tonsa</i>	945	5	41
<i>Ctenocalanus vanus</i>	184	224	647
<i>Drepanopus forcipatus</i>	1	10	153
<i>Oikopleura dioica</i>	1.415	1.166	212
> 2 mm			
<i>Calanoides carinatus</i>	1	6	32
<i>Calanus australis</i>	8	5	79
<i>Calanus simillimus</i>	7	0	160
<i>Sagitta friderici</i>	29	5	9
<i>Themisto gaudichaudii</i> *	0	0	4
<i>Euphausia lucens</i> *	0	0	1

sentó una fuerte influencia de las aguas de baja salinidad del Río de la Plata. Las especies representativas de esta área faunística fueron en orden decreciente los copépodos de talla menor *O.*

nana, *Acartia tonsa*, *Parvocalanus crassirostris* y *P. parvus*, la apendicularia *O. dioica*, y los cladóceros *P. polyphemoides* y *E. nordmanni* (Tabla 2). Los copepoditos de Calanoida (probablemente

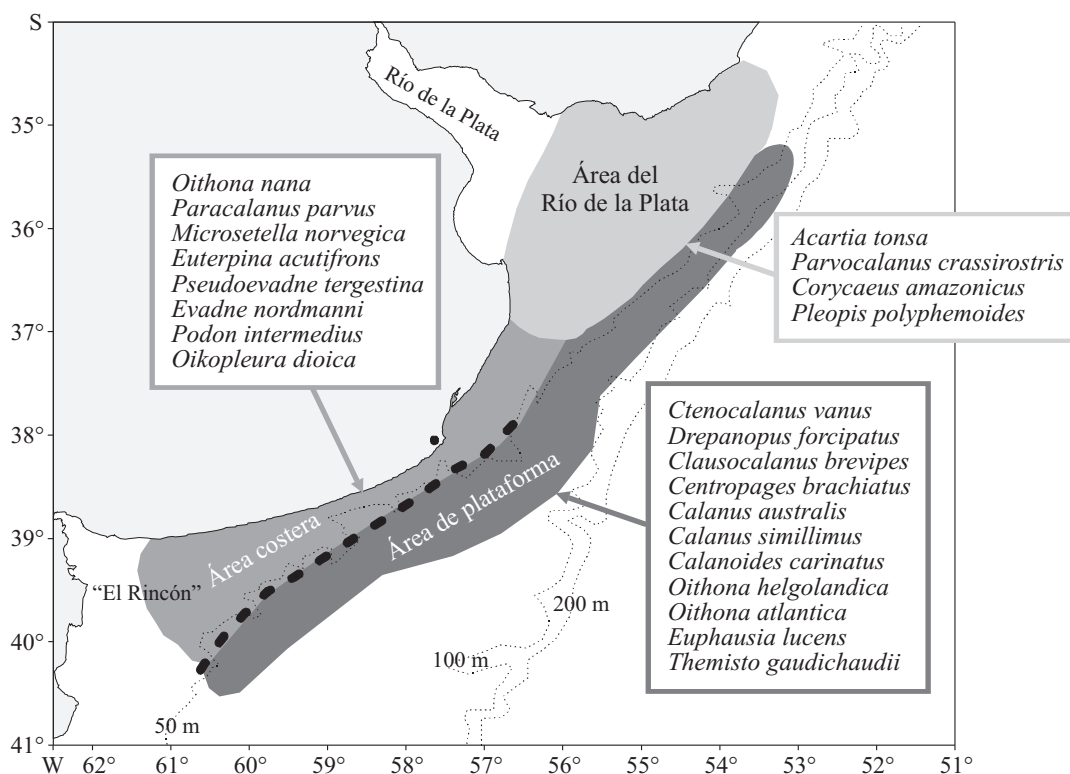


Figura 4. Esquema sinóptico que muestra la localización de las áreas faunísticas y las especies zooplanctónicas representativas. Las campañas se realizaron en la plataforma bonaerense y Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya en primavera. La línea negra punteada indica la posición aproximada del frente costero (valor de 40 del parámetro de Simpson). Modificado de Marrari et al. (2004).

Figure 4. Synoptic diagram that shows the location of the faunistic areas and the representative zooplanktonic species. The cruises were carried out in the Buenos Aires shelf and the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone in Spring. The black dotted line indicates the approximate position of the coastal front (Simpson parameter of 40). Modified from Marrari et al. (2004).

pertencientes a *P. crassirostris* y *P. parvus* en su mayoría) presentaron sus abundancias máximas en esta área.

Cabe destacar que en las aguas salobres del Río de la Plata se desarrolla una fuerte estratificación en dos capas de la columna de agua (cuña salina), debido al encuentro de las aguas diluidas del río que fluyen hacia el mar por arriba, con las aguas de plataforma que penetran río arriba por debajo (Mianzan et al., 2001). El límite exterior de esta estructura hidrográfica se manifiesta en el frente salino de superficie, cuya dinámica estacional es gobernada principalmente por el patrón de vientos (Acha et al., 2008).

Al final del invierno/principio de primavera, ocurre en el área el florecimiento primaveral caracterizado por las elevadas concentraciones de clorofila *a* superficial, con máximos valores en la zona mixohalina (Carreto et al., 2007 y referencias citadas allí). En general las concentraciones de clorofila *a* son bajas en el frente salino de superficie, con algunas excepciones. Por ejemplo, en la Campaña OB-11/1995 realizada en el mes de octubre, en la que se observó una retracción del flujo del río hacia plataforma como se explicó anteriormente, elevados valores de clorofila *a* y los mayores valores de biomasa zooplanctónica fueron coincidentes con el frente

(Figura 3 C). En este sector se observó la dominancia absoluta del copépodo estuarino *A. tonsa* con densidades superiores a 17.000 ind. m⁻³ (Viñas *et al.*, 2002). Este hecho está probablemente relacionado con la capacidad de esta especie de alimentarse y desarrollar grandes poblaciones en aguas turbias donde puede consumir aproximadamente 152% de su peso en carbono por día, incluyendo detrito, fitoplancton y microzooplancton en su dieta (Tester y Turner, 1989; Calliari *et al.*, 2004; Diodato y Hoffmeyer, 2008; Derisio *et al.*, en prensa).

En un estudio reciente realizado en este sector, Spinelli *et al.* (2009) refieren que la apendicularia *O. dioica* se distribuye preferentemente en aguas de 30-31 de salinidad, presentando elevados valores de biomasa y producción de *pellets*, en relación con su rol destacado en el ciclo de carbono del área del Río de la Plata.

En cuanto a los cladóceros, es conocida la afinidad de *P. polyphemoides* por aguas de baja salinidad y la amplia distribución de *E. nordmanni* en el Mar Argentino (Viñas *et al.*, 2007).

Área faunística costera

El AC se extendió en aguas costeras (profundidad < 50 m) desde 38° S hasta 40° S incluyendo el sector de "El Rincón". Sus especies dominantes fueron, en orden decreciente, los copépodos de talla menor *O. nana*, *O. helgolandica* y *P. parvus*, los cladóceros *E. nordmanni* y *P. polyphemoides* y la apendicularia *O. dioica*.

En un estudio en el que se analizaron los sistemas productivos desde la costa hasta el talud (Carreto *et al.*, 1995), el sistema costero resultó ser el más pobre en nitratos, con máximas concentraciones de 2 µM en invierno. Se trata de un sistema regenerativo donde las fluctuaciones de la biomasa fitoplanctónica son leves, manteniéndose entre 2-5 mg m⁻³ durante todo el año (Carreto *et al.*, 1995). El máximo de clorofila *a* (5 mg m⁻³) fue detectado a mediados de invierno y un pico secundario (2,5 mg m⁻³) en otoño (Lutz *et*

al., 2006), con predominio de diatomeas en el primero y de diatomeas y dinoflagelados en el segundo (Negri y Silva, 2003). Un estudio reciente demostró que la contribución del picofitoplancton a la biomasa fitoplanctónica es muy importante en verano en este sistema, pudiendo alcanzar el 87% del total (Silva *et al.*, 2009).

Las especies pequeñas de copépodos que dominaron esta área y el área de influencia del Río de la Plata (Figura 3; Tabla 2) son omnívoras (Paffenhöfer, 1993; Mauchline, 1998) y, en general, capaces de reproducirse a tasas máximas independientemente de la disponibilidad de fitoplancton. Actúan por tal motivo como filtros de la variabilidad ambiental en la transferencia de energía hacia los niveles superiores de la trama trófica (Runge, 1988). Las temperaturas más elevadas de estos ambientes favorecerían su reproducción, como se demostró en otras localidades (Uye y Shibuno, 1992). El muestreo inadecuado de este grupo impide lograr un conocimiento acabado de la ecología del zooplancton, debido principalmente al rol clave de estas especies en los flujos biogénicos ya que actúan como nexo entre las tramas tróficas clásica y microbiana (Gallienne y Robins, 2001; Turner, 2004).

Las apendicularias, por su parte, pueden alimentarse eficientemente de componentes microbianos de mayor abundancia en los sistemas estuariales y costeros, ocupando ambos grupos una posición muy importante en la transferencia de carbono hacia los niveles superiores (Gorsky y Fenaux, 1998; Spinelli *et al.*, 2009).

Área faunística de plataforma

Se localizó por fuera de las áreas del Río de la Plata y costera con profundidades mayores de 50 m. En las campañas de evaluación de anchoíta el diseño de muestreo habitual incluye sólo la parte interna de esta área. No obstante, se distinguió claramente de las demás en todos los estudios realizados (Viñas *et al.*, 2002; Marrari *et al.*, 2004; Di Mauro, 2011; Cepeda *et al.*, 2012).

Entre las especies representativas de esta área faunística encontramos los copépodos de talla pequeña *O. helgolandica* y *O. nana*, los de talla intermedia *Ctenocalanus vanus*, *Clausocalanus brevipes* y *Drepanopus forcipatus* (Familia Pseudocalanidae) y *O. atlantica*, y los de talla mayor *Calanus simillimus*, *C. australis* y *C. carinatus* (Familia Calanidae). Se agregan además el eufáusido *Euphausia lucens* y el anfípodo hipérido *Themisto gaudichaudii*.

El sistema de plataforma está conformado por la mezcla entre aguas de distinto origen: subantárticas, del Río de la Plata y del sistema de “El Rincón” y se caracteriza por el típico ciclo de desarrollo y ruptura de la termoclina estacional (Carreto *et al.*, 1995). Las concentraciones de nitratos son mayores que en las otras áreas. El ciclo anual de crecimiento del fitoplancton presenta dos máximos bien definidos, uno principal en primavera y otro menor durante el otoño, de intensidad mucho mayor que en el área costera.

La distribución exclusiva en esta área de los copépodos de las familias Pseudocalanidae y Calanidae, observada en varios estudios previos (Fernández Aráoz *et al.*, 1991; 1994; Santos y Ramírez, 1991; Viñas *et al.*, 2002; Marrari *et al.*, 2004; Di Mauro, 2011; Cepeda *et al.*, 2012), se relaciona ciertamente con la afinidad de estas especies por temperaturas más bajas y concentraciones más elevadas de fitoplancton que caracterizan este hábitat.

Los grandes copépodos *C. australis* y *C. simillimus* son especies preferentemente herbívoras (Mauchline, 1998) cuyo ciclo de vida está probablemente adaptado para la utilización de la producción estacional del fitoplancton en los mares templados, como ocurre con otras especies de calánidos (Runge, 1985). Su estrategia de vida incluiría períodos de letargo o dormancia en las aguas frías profundas para lo cual deben acumular gran cantidad de lípidos durante la estación productiva. En primavera estas especies aprovecharían las altas concentraciones de clorofila registradas en el sistema de plataforma como se

observa en la Figura 3 B (Roa *et al.*, 1974; Carreto *et al.*, 1995).

Themisto gaudichaudii es la especie dominante entre los anfípodos hipéridos del Mar Argentino (Ramírez y Viñas, 1985) y sus mayores abundancias en el sector norte, han sido registradas en aguas frías de plataforma (Fernández Aráoz *et al.*, 1991; Ramírez y Santos, 1994; Viñas *et al.*, 2002). Se trata de una especie carnívora que preda especialmente sobre copépodos. Por su parte, *E. lucens* es el eufáusido más ampliamente distribuido en el Mar Argentino, especialmente en aguas subantárticas con temperaturas de 4-8 °C (Ramírez, 1971 b; Ramírez y Santos, 1994), donde se alimenta de fitoplancton.

En síntesis, el área faunística de plataforma parece estar caracterizada por una trama trófica clásica (diatomeas-copépodos-peces) según Cushing (1989) a la que se agregan otros componentes como *E. lucens* (herbívoro) y *T. gaudichaudii* (carnívoro).

Frente costero (o de plataforma media) y sector de “El Rincón”

En varias de las campañas analizadas (1999, 2002, 2003 y 2004) se observó que el límite entre el AC y el AP coincidía en gran medida con la localización espacial del frente costero (Marrari *et al.*, 2004; Di Mauro, 2011; Cepeda *et al.*, 2012), que separa las aguas costeras mezcladas de las aguas estratificadas de plataforma con valores de 40 del parámetro de estratificación de Simpson (Carreto *et al.*, 1995; Lucas *et al.*, 2005; Martos *et al.*, 2005). Este frente térmico se define más claramente al sur de 38° S en cercanías de la isobata de 50 m, lejos de la influencia de las aguas diluidas del Río de la Plata (Figura 4). Si bien esta región frontal es una de las menos estudiadas del Mar Argentino, su influencia sobre la productividad de la región ha sido demostrada en varios trabajos. Se han registrado, por ejemplo, elevadas concentraciones de clorofila *a* y de copépodos (Figura 5) asociadas a la misma. En forma simi-

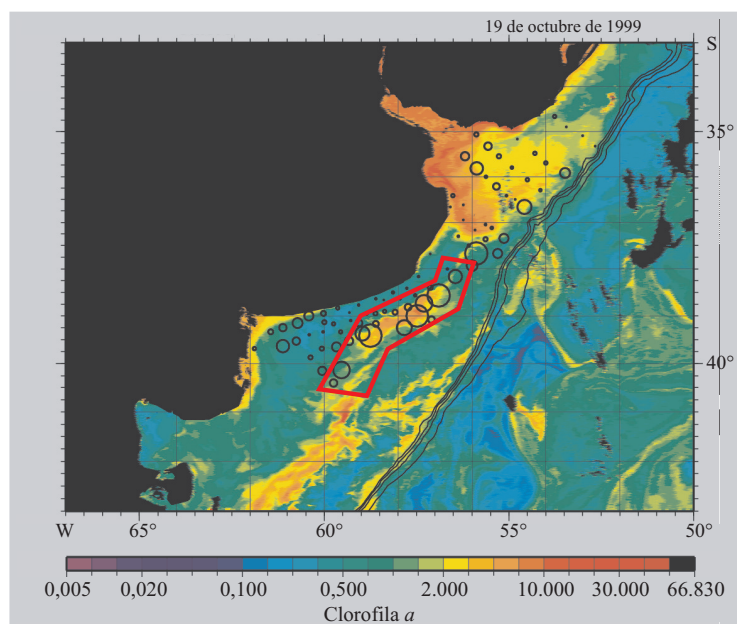


Figura 5. Abundancia de copépodos (ind. m^{-3}) superpuesta a la distribución de clorofila *a* satelital en superficie (SeaWiFS, $mg\ m^{-3}$) durante la Campaña EH-08/1999 realizada en la plataforma bonaerense y Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya en primavera. El tamaño de los círculos es proporcional a la abundancia para el rango 158-16.203 ind. m^{-3} . En rojo se indica el sector del frente de plataforma media (tomado de Marrari *et al.*, 2013).

Figure 5. Abundance of copepods (ind. m^{-3}) superposed to chlorophyll *a* satellite surface distribution (SeaWiFS, $mg\ m^{-3}$) during the EH-08/1999 cruise carried out in the Buenos Aires shelf and the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone in Spring. The size of circles is proportional to the 158-16,203 ind. m^{-3} range abundance. In red the mid shelf front sector is indicated (taken from Marrari *et al.*, 2013).

lar, Pájaro *et al.* (2008) mencionaron este frente como uno de los sectores de mayor concentración de huevos y larvas de anchoíta. Por otro lado, en cercanías de dicho frente (al sur de 40° S), grandes cardúmenes de caballa se concentran todos los años a fines del invierno para alimentarse, constituyendo el foco de una importante pesquería (Perrotta *et al.*, 1999, 2003).

A esta misma latitud en el sector más costero, se han registrado elevadas concentraciones de anchoíta en todos sus estadios ontogénicos (Sánchez y Ciechomski, 1995; Hansen y Madirolas, 1999; Pájaro *et al.*, 2008), coincidentes con mayores densidades de copépodos (Marrari *et al.*, 2004).

Se ha sugerido que tanto el frente costero como el sector de “El Rincón” reúnen las tres condiciones mencionadas por Bakun (1996) para asegurar el éxito del desove en las especies pelágicas: enri-

quecimiento, concentración y retención (Pájaro *et al.*, 2008; Auad y Martos, 2012). Sin embargo, los mecanismos y procesos físicos y biológicos involucrados aún no se conocen claramente.

Fracción menor del mesozooplankton y fracción mayor del microzooplankton

En un estudio comparativo de la capturabilidad de las mallas de 220 y 67 μm sobre el zooplankton en la región de estudio (Di Mauro *et al.*, 2009), se concluyó que las especies pequeñas ($< 1\ mm$) eran considerablemente submuestreadas por la malla más gruesa. Por ejemplo, se observó que la abundancia de los adultos de *O. nana*, *E. acutifrons* y *M. norvegica* fue subestimada en un porcentaje $> 96\%$, mientras la de sus copepoditos, en más del 99%.

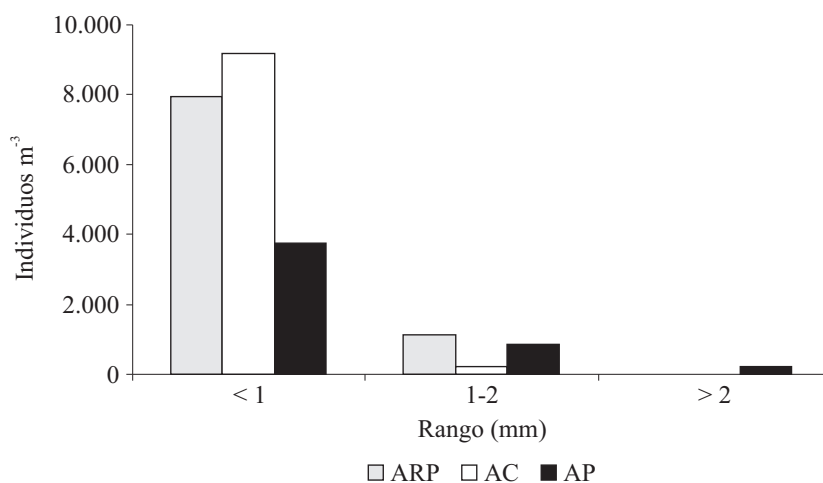


Figura 6. Abundancia promedio de copépodos de los tres rangos de talla en las áreas faunísticas del Río de la Plata (ARP), costera (AC) y de plataforma (AP). Los datos provienen de muestreos (Minibongo con malla de 67 μ m) realizados en tres campañas de investigación en la plataforma bonaerense y Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya en primavera (datos de Di Mauro, 2011).

Figure 6. Average abundance of the three size ranges of copepods in the Río de la Plata River (ARP), coastal (AC), and shelf (AP) faunistic areas. The data derived from samplings (67 μ m mesh Minibongo) performed during three cruises carried out in the Buenos Aires shelf and the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone in Spring (data from Di Mauro, 2011).

A partir de entonces, la incorporación de una malla de 67 μ m en el muestreo por secciones, permitió realizar una estimación más precisa de las abundancias de los componentes de la comunidad y, en particular, de las pequeñas especies de copépodos, incluyendo no sólo a los adultos sino también a sus estadios de desarrollo. En la Figura 6 se presentan las abundancias promedio por categorías de tamaño de copépodos en las tres áreas faunísticas, obtenidas para las campañas de 2002, 2003 y 2004, a partir del muestreo con malla de 67 μ m.

Los copépodos de talla inferior a 1 mm resultaron ser dominantes en las tres áreas, pero las mayores abundancias se registraron en el ARP y en el AC, en coincidencia con el hábitat reproductivo de la anchoíta, a diferencia de observaciones previas realizadas con mallas más gruesas, en las cuales las mayores densidades de pequeños copépodos fueron detectadas en aguas de plataforma (Pájaro, 2002; Marrari *et al.*, 2004).

Las especies *O. nana*, *O. helgolandica* y *P. parvus* pertenecientes a esta fracción, pueden consi-

derarse “clave” en la región de estudio por su dominancia numérica, amplia distribución y rango de tallas, características que las hacen presas adecuadas para la anchoíta en sus distintos estadios ontogénicos. En dos trabajos recientes en los que se analizó su ciclo anual, se comprobó su presencia constante a lo largo del año en el sistema costero (Temperoni *et al.*, 2011; Viñas *et al.*, 2013).

Relaciones tróficas entre zooplancton y anchoíta

Como se mencionó anteriormente, las mayores densidades de especies pequeñas de copépodos (< 1 mm) y sus estadios de desarrollo se localizaron en el frente salino de superficie del Río de la Plata, en el sector de “El Rincón” y en el frente térmico costero, ubicado a lo largo de la isobata de 50 m. Coincidentemente Pájaro *et al.* (2008) observaron que las mayores densidades de huevos y larvas de anchoíta se presentaron en estos mismos sectores. Viñas *et al.* (2002) detectaron una relación significativa positiva entre la abun-

dancia de larvas de anchoíta y las densidades de copépodos de talla menor durante el período de desove. Es conocido que las especies pequeñas de copépodos producen huevos y nauplii dentro del rango óptimo ingerido por las larvas de primera alimentación (Viñas y Ramírez, 1996) y que estas especies, dada su tolerancia a los cambios ambientales, son capaces de mantener similares densidades interanuales (Mazzocchi *et al.*, 2012) asegurando así la disponibilidad de presas en tipo y cantidad para las larvas de anchoíta.

Estos copépodos y sus estadios de desarrollo juegan un rol clave en el ciclo del carbono por su capacidad de incorporar energía de la trama trófica microbiana (además de la clásica) y de transferirla hacia niveles tróficos superiores (Calbet *et al.*, 2001; Turner, 2004). Al ser presas principales de los copépodos, los ciliados constituyen el nexo principal entre la trama trófica clásica (diatome-

as-copépodos-peces) y la microbiana (materia orgánica disuelta-bacterias-flagelados-ciliados-copépodos) (Pierce y Turner, 1992).

Si bien se ha destacado que los ciliados constituyen un nexo muy importante en la transferencia de carbono, tanto de la producción primaria como secundaria (Kogan, 2005), los trabajos existentes son escasos y presentan una cobertura espacial muy pequeña con relación a la región de estudio. A pesar de ello, se asume que sus poblaciones deben ser muy abundantes, asociadas a una trama trófica microbiana sostenida por las elevadas densidades de bacterias registradas, especialmente en las áreas frontales (Hozbor *et al.*, 2010). Teniendo en cuenta que además de nauplii de copépodos las larvas de anchoíta consumen ciliados (Scarlato, 1990; Viñas y Ramírez, 1996; Sato *et al.*, 2011), se deduce que estos protozoos cumplen una función muy importante para la alimentación larval.

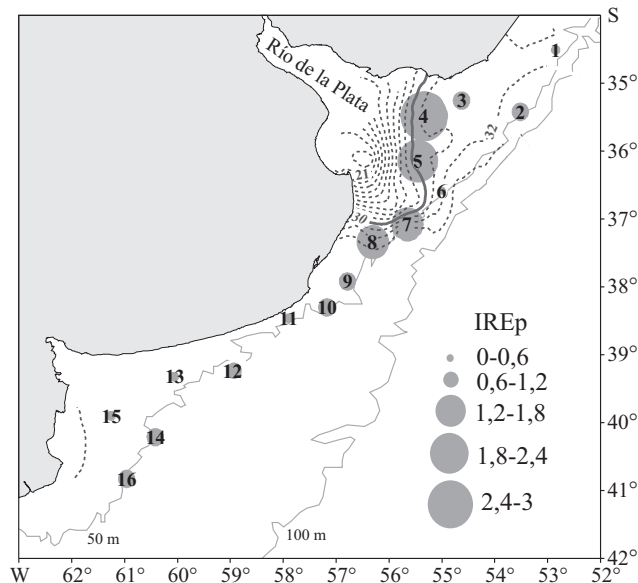


Figura 7. Índice de Repleción Estomacal promedio (IREp) de adultos de *Engraulis anchoita* para cada lance de pesca (1 a 16) de una campaña realizada en la plataforma bonaerense y Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya en primavera. Se incluye la distribución de salinidad superficial. La línea gruesa representa la isohalina de 30. Modificado de Padovani *et al.* (2011).

Figure 7. *Engraulis anchoita* adult specimens average Stomach Repletion Index (IREp) for each fishing trawl (1-16) corresponding to a cruise carried out in the Buenos Aires shelf and the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone in Spring. Surface salinity distribution is included. The thick line represents the 30 isohaline. Modified from Padovani *et al.* (2011).

De esto surge la necesidad de incorporar la fracción del microzooplancton en futuros estudios para poder entender el funcionamiento de las tramas tróficas de la región y su implicancia para la alimentación larval.

Se ha postulado que los adultos de anchoíta se alimentan en aguas de plataforma por el mecanismo de aprehensión (Angelescu, 1982) una vez finalizado el período de desove, o inclusive durante el mismo, mediante migraciones desde el área costera (Pájaro, 2002). Las presas del macrozooplancton (copépodos calánidos, eufáusidos y anfípodos) distribuidas en aguas de plataforma, presentan elevados porcentajes de lípidos en su composición (Lee *et al.*, 2006), que permitirían a la especie recuperar la energía invertida en el proceso reproductivo (Angelescu, 1982).

Sin embargo, en el sistema costero, durante el período de desove, se ha observado la ingesta por filtración de presas zooplanctónicas, especialmente cuando estas se presentan en grandes concentraciones (Pájaro, 2002; Capitanio *et al.*, 2005; Padovani *et al.*, 2011), como fue observado especialmente en el frente del Río de la Plata (Figura 7). Cabe mencionar además que Padovani *et al.* (2011) describieron por primera vez para los adultos de la especie, la elevada incidencia de los copépodos de talla < 1 mm en su dieta durante el período de desove.

CONCLUSIONES

Como conclusiones podemos enunciar:

- El carácter permanente de las tres áreas faunísticas zooplanctónicas identificadas, coincidentes con la localización de los diferentes sistemas productivos de la región de estudio: área del Río de la Plata, costera y de plataforma.
- La separación del área costera y de plataforma coincidente con la localización del frente costero.
- El dominio numérico de los componentes de talla < 1 mm (especialmente copépodos) por sobre las otras tallas (1-2 mm y > 2 mm) en las tres áreas faunísticas.
- Las mayores densidades de los copépodos de talla menor (< 1 mm) registradas en las áreas de influencia del Río de la Plata y costera como presas potenciales para larvas y adultos de anchoíta.
- Las especies *O. nana*, *O. helgolandica* y *P. parvus* consideradas como “clave” en el hábitat reproductivo de la población bonaerense de anchoíta.
- La importancia del muestreo con malla fina para poder retener los componentes menores del mesozooplancton y la fracción mayor del microzooplancton, de relevancia en la ecología trófica de la anchoíta.
- La conveniencia de continuar los muestreos en secciones como representativos de la variabilidad de la región.
- La necesidad de incorporar estudios sobre la distribución y abundancia del microzooplancton y, en particular de los ciliados, por su relevancia en las tramas tróficas de la región que incluyen a la anchoíta.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a los investigadores, técnicos y tripulación de los BIP del INIDEP por su colaboración en la obtención del material utilizado en este trabajo. Agradecemos también a los doctores Jorge Hansen y Marcelo Pájaro, directores del proyecto “Anchoíta” y del programa “Pesquerías de Peces Pelágicos”, respectivamente, por su apoyo para la realización de todos los trabajos sobre los que se basó esta publicación. Los siguientes subsidios: PICT 15227/03, EXA UNMdP 535/10, y las becas doctorales de CONICET para GC, RDM y LP contribuyeron a la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- ACHA, E.M, MIANZAN, H.W., GUERRERO, R.A., FAVERO, M. & BAVA, J. 2004. Marine fronts at the continental shelves of austral South America Physical and ecological processes. *J. Mar. Syst.*, 44: 83-105.
- ACHA, E.M, MIANZAN, H.W., GUERRERO, R.A., CARRETO, J.I., GIBERTO, D.G, MONTOYA, N. & CARIGNAN, M. 2008. An overview of physical and ecological processes in the Río de la Plata Estuary. *Cont. Shelf Res.*, 28: 1579-1588.
- ANGELESCU, V. 1982. Ecología trófica de la anchoíta del Mar Argentino (*Engraulidae*, *Engraulis anchoita*). Parte II. Alimentación, comportamiento y relaciones tróficas en el ecosistema. *Contrib. Inst. Invest. Desarr. Pesq. (Mar del Plata)*, N° 409, 83 pp.
- AUAD, G. & MARTOS, P. 2012. Climate Variability of the Northern Argentinean Shelf Circulation: Impact on *Engraulis anchoita*. *Int. J. Ocean Climate Syst.*, 3 (1): 17-43.
- BAILEY K.M. & HOUDE E.D. 1989. Predation on eggs and larvae of marine fishes and the recruitment problem. *Adv. Mar. Sci.*, 25: 1-83.
- BAKUN, A. 1996. Patterns in the Ocean. *Ocean Processes and Marine Population Dynamics*. California Sea Grant College System, NOAA, La Jolla, 323 pp.
- BERASATEGUI, A.D., MENU MARQUE, S., GÓMEZ-ERACHE, M., RAMÍREZ, F.C., MIANZAN, H.W. & ACHA, E.M. 2006. Copepod assemblages in a highly complex hydrographic region. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 66: 483-492.
- CALBET, A., GARRIDO, S., SAIZ, E., ALCARAZ, M. & DUARTE, C.M. 2001. Annual zooplankton succession in coastal NW Mediterranean waters: the importance of the smaller size fractions. *J. Plankton Res.*, 23: 319-331.
- CALLIARI, D., CERVETTO, G., & CASTIGLIONI, R. 2004. Summertime herbivory and egg production by *Acartia tonsa* at the Montevideo coast-Río de la Plata. *Ophelia*, 58 (2): 115-128.
- CAPITANIO, F.L., PÁJARO, M. & ESNAL, G.B. 2005. Appendicularians: an important food supply for the Argentine anchovy *Engraulis anchoita* in coastal waters. *J. Appl. Ichthyol.*, 21: 1-6.
- CARRETO, J.I., NEGRI, R.M. & BENAVIDES, H.R. 1986. Algunas características del florecimiento del fitoplancton en el frente del Río de la Plata. I: Los sistemas nutritivos. *Rev. Invest. Desarr. Pesq.*, 5: 7-29.
- CARRETO, J.I., CARIGNAN, M.O., MONTOYA, N.G. & CUCCHI COLLEONI, A. 2007. Ecología del fitoplancton en los sistemas frontales del Mar Argentino. En: CARRETO, J.I. & BREMEC, C. (Eds.). *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros*. Tomo 5. El ecosistema marino. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata: 11-31.
- CARRETO, J.I., LUTZ, V., CARIGNAN, M., CUCCHI COLLEONI, A.D. & DE MARCO, S. 1995. Hydrography and chlorophyll *a* in a transect from the coast to the shelf-break in the Argentinian Sea. *Cont. Shelf Res.*, 15 (2/3): 315-336.
- CEPEDA, G.D., DI MAURO, R., MARTOS, P. & VIÑAS, M.D. 2012. A section-sampling design to assess copepods and cladocerans distribution patterns in a highly complex hydrographic region (S W Atlantic Ocean, 34-41°S): insights for a new time series? *Braz. J. Oceanog.*, 60 (3): 381-390.
- CUSHING, D.H. 1989. A difference in structure between ecosystems in strongly stratified and in those weakly stratified. *J. Plankton Res.*, 11: 1-13.
- CUSHING, D.H. 1990. Plankton production and year-class strength in fish-populations: an update of the match/mismatch hypothesis. *Adv. Mar. Biol.*, 26: 249-293.
- DERISIO, C., BRAVERMAN, M., GAITÁN, E., HOZBOR, C., RAMÍREZ, F., CARRETO, J., BOTTO, F., GAGLIARDINI, D., ACHA, M. & MIANZAN, H. (en prensa). The turbidity front as a habitat for *Acartia tonsa* (Copepoda) in the Río de la Plata, Argentina-Uruguay. *J. Sea Res.*

- DI MAURO, R. 2011. Variación interanual del mesozooplankton de la plataforma bonaerense en primavera. Introducción de nuevas metodologías para su análisis. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 167 pp.
- DI MAURO, R., CAPITANIO, F. & VIÑAS, M.D. 2009. Capture efficiency for small dominant mesozooplankters (Copepoda, Appendicularia) off Buenos Aires Province (34° S-41° S), Argentine Sea, using two plankton mesh sizes. *Braz. J. Oceanog.*, 57 (3): 205-214.
- DIODATO, S.L. & HOFFMEYER, M.S. 2008. Contribution of planktonic and detritic fractions to the natural diet of mesozooplankton in Bahía Blanca Estuary. *Hydrobiologia*, 614: 83-90.
- FERNÁNDEZ ARÁOZ, N.C., PÉREZ SEIJAS, G.M., VIÑAS, M.D. & RETA, R. 1991. Asociaciones zooplanctónicas de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay en relación con parámetros ambientales. Primavera 1986. *Frente Marit.*, 8 (A): 85-99.
- FERNÁNDEZ ARÁOZ, N.C., SANTOS, B.A. & RAMÍREZ, F.C. 1994. Análisis ecológico de la distribución de los copépodos planctónicos, de una campaña de primavera, en la Zona Común de Pesca. *Frente Marit.*, 15 (A): 133-140.
- GALLIENNE, C.P. & ROBINS, D.B. 2001. Is *Oithona* the most important copepod in the world's oceans? *J. Plankton Res.*, 23: 1421-1432.
- GORSKY, G. & FENAUX, R. 1998. The role of Appendicularia in marine food webs. En: BONE, Q. (Ed.). *The biology of pelagic tunicates*. Oxford University Press, Oxford: 161-169.
- GUERRERO, R.A. 1998. Oceanografía física del estuario de Río de la Plata y el sistema costero de El Rincón. En: LASTA, C. (Ed.). *Resultados de una campaña de evaluación de recursos demersales costeros de la Provincia de Buenos Aires y del litoral uruguayo*. Noviembre, 1994. INIDEP Inf. Téc., 21: 29-54.
- GUERRERO, R.A. & PIOLA, A.R. 1997. Masas de agua en la plataforma continental. En: BOSCHI, E.E. (Ed.). *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros*. Tomo 1. Antecedentes históricos de las exploraciones en el mar y las características ambientales. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata: 107-118.
- GUERRERO, R.A., ACHA, E.M., FRAMIÑAN, M.B. & LASTA, C.A. 1997. Physical oceanography of the Río de la Plata Estuary, Argentina. *Cont. Shelf Res.*, 17 (7): 727-742.
- HANSEN, J.E. & MADIROLAS, A. 1999. Algunos resultados de las campañas primaverales de evaluación anual de anchoíta bonaerense efectuadas entre 1993 y 1996. *INIDEP Inf. Téc.*, 28, 18 pp.
- HARRIS, R. (Ed.). 1995. ICES Symposium "Zooplankton Production" 1994. *ICES J. Mar. Sci.*, 52 (3-4): 261-773.
- HOLM-HANSEN, O., LORENSEN, C.J., HOLMES, R.W. & STRICKLAND, J.D.H. 1965. Fluorometric determination of chlorophyll. *J. Conseil.*, 30: 3-15.
- HOZBOR, C., PERESSUTTI, S., HERNÁNDEZ, D. & CUCCHI COLLEONI, D. 2010. Estudio del bacterioplancton en el área de puesta de anchoíta bonaerense: abundancia y distribución espacial. *Inf. Invest. INIDEP N° 17/2010*, 15 pp.
- HUNTER, J.R. & ALHEIT, J. (Eds.). 1995. International GLOBEC Small Pelagic Fishes and Climate Change program. Report of the First Planning Meeting, La Paz, México. *GLOBEC Report*, 8, 72 pp.
- KOGAN, M. 2005. Estudio de la composición específica, abundancia y distribución espacial del microzooplankton (protozoos y micrometazoos) en el estuario del Río de la Plata (Argentina-Uruguay). Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 186 pp.
- LEE, R., HAGEN, W. & KATTNER, G. 2006. Lipid storage in marine zooplankton. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 307: 273-306.
- LENZ, J. 2000. Introduction. En: HARRIS, R.P., WIEBE, P.H., LENZ, J., SKJOLDAL, H.R. & HUN-

- TLEY, M. (Eds.). ICES Zooplankton Methodology Manual. Academic Press, San Diego: 1-32.
- LUCAS, A.J., GUERRERO, R.A., MIANZAN, H.W., ACHA, E.M. & LASTA, C.A. 2005. Coastal oceanographic regimes of the northern argentine continental shelf (34-43°S). *Est. Coast. Shelf Sci.*, 65: 405-420.
- LUTZ, V.A., SUBRAMANIAM, A., NEGRI, R.M., SILVA, R.I. & CARRETO, J.I. 2006. Annual variations in bio-optical properties at the 'Estación Permanente de Estudios Ambientales (EPEA)' coastal station, Argentina. *Cont. Shelf. Res.*, 26: 1093-1112.
- MARRARI, M., VIÑAS, M.D., MARTOS, P. & HERNÁNDEZ, D. 2004. Spatial patterns of mesozooplankton distribution in the Southwestern Atlantic Ocean (34-42°S) during Austral Spring: Relationship with the hydrographic conditions. *ICES J. Mar. Sci.*, 61 (4): 667-679.
- MARRARI, M., SIGNORINI, S., MCCLAIN, C., PÁJARO, M., MARTOS, P., VIÑAS, M.D., HANSEN, J., DI MAURO, R., CEPEDA, G. & BURATTI, C. 2013. Reproductive success of the Argentine anchovy, *Engraulis anchoita*, in relation to environmental variability at a mid-shelf front (Southwestern Atlantic Ocean). *Fish. Oceanogr.*, 22 (3): 247-261.
- MARTOS, P., HANSEN, J.E., NEGRI, R.M. & MADIROLAS, A. 2005. Factores oceanográficos relacionados con la abundancia relativa de anchoíta sobre la plataforma bonaerense (34° S-41° S) durante la primavera. *Rev. Invest. Desarr. Pesq.*, 17: 5-33.
- MAUCLINE, J. 1998. The Biology of Calanoid Copepods. *Adv. Mar. Biol.*, 33, 710 pp.
- MAZZOCCHI, M.G., DUBROCA, L., GARCIA-COMAS, C., DI CAPUA, I. & RIBERA D'ALCALA, M. 2012. Stability and resilience in coastal copepod assemblages: The case of the Mediterranean long-term ecological research at Station MC (LTER-MC). *Prog. Oceanogr.*, 97-100: 135-151.
- MIANZAN, H.W., LASTA, C., ACHA, M., GUERRERO, R., MACCHI, G. & BREMEC, C. 2001. The Río de la Plata Estuary, Argentina-Uruguay. En: SEELIGER, U. & KHERFVE, B. (Eds.). *Coastal Marine Ecosystems of Latin America, Ecological Studies*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg: 185-204.
- NEGRI, R.M. & SILVA, R.I. 2003. Contribución de las distintas fracciones del fitoplancton a la biomasa fototrófica durante un ciclo anual en la estación EPEA (38° 28' S-57° 41' W). En: V Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar, Mar del Plata, Argentina, Resúmenes: 147.
- PADOVANI, L.N., VIÑAS, M.D. & PÁJARO, M. 2011. Importance of the Río de la Plata estuarine front (Southwest Atlantic Ocean) in the feeding ecology of Argentine anchovy, *Engraulis anchoita* (Clupeiformes, Clupeidae). *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 39 (2): 205-213.
- PAFFENHÖFER, G.A. 1993. On the ecology of marine cyclopoid copepods (Crustacea, Copepoda). *J. Plankton Res.*, 15 (1): 37-55.
- PÁJARO, M. 2002. Alimentación de la anchoíta argentina (*Engraulis anchoita* Hubbs y Marini, 1935) (Pisces: Clupeiformes) durante la época reproductiva. *Rev. Invest. Desarr. Pesq.*, 15: 111-125.
- PÁJARO, M., MARTOS, P., LEONARDUZZI, E., MACCHI, G., DIAZ, M. & BROWN, D. 2008. Estrategia de puesta de la anchoíta (*Engraulis anchoita*) en el Mar Argentino y Zona Común de Pesca argentino-uruguaya. *Inf. Téc. Of. INIDEP N° 11/2008*, 14 pp.
- PERROTTA, R.G., MADIROLAS, A., VIÑAS, M.D., AKSELMAN, R., GUERRERO, R.F., SÁNCHEZ, R., LÓPEZ, F., CASTRO MACHADO, F. & MACCHI, G. 1999. La caballa (*Scomber japonicus*) y las condiciones ambientales en el área de El Rincón (39°-40°30'S). Agosto, 1996. *INIDEP Inf. Tec.*, 26, 29 pp.
- PERROTTA, R.G., VIÑAS, M.D., MADIROLAS, A., RETA, R., AKSELMAN, R., CASTRO MACHADO, F., GARCARENNA, A.D., MACCHI, G., MORIONDO DANOVARO, P., LLANOS, V. & URTEAGA, J. 2003. La caballa (*Scomber japonicus*) y las

- condiciones del ambiente en el área “El Rincón” (39° 40' y 41° 30' S) del Mar Argentino, septiembre 2000. INIDEP Inf. Téc., 54, 25 pp.
- PIERCE, R.W. & TURNER, J.T. 1992. Ecology of planktonic ciliates in marine food webs. *Rev. Aquat.*, 6 (2): 139-181.
- RAMÍREZ, F.C. 1966 a. Copépodos Cyclopoidos y Harpacticoidos del plancton de Mar del Plata. Buenos Aires: Asociación Argentina de Ciencias Naturales. *Physis*, 26 (72): 285-292.
- RAMÍREZ, F.C. 1966 b. Copépodos Calanoideos marinos del área de Mar del Plata con la descripción de *Pontella marplatensis* n.sp. Mar del Plata. *Bol. Inst. Biol. Mar. (Mar del Plata)*, N° 11, 33 pp.
- RAMÍREZ, F.C. 1971 a. Copépodos planctónicos de los sectores bonaerense y norpatagónico; resultados de la campaña “Pesquería III”. *Rev. Mus. La Plata (Nueva Ser.) (Secc. Zool.)*, 11 (97): 73-94.
- RAMÍREZ, F.C. 1971 b. Eufáusidos de algunos sectores del Atlántico Sudoccidental. Buenos Aires. *Physis*, 30 (81): 385-405.
- RAMÍREZ, F.C. 1973. Eufáusidos de la expedición oceanográfica “Walther Herwig” 1966. *Physis*, 32 (84): 105-114.
- RAMÍREZ, F.C. 1981 a. Zooplancton y producción secundaria. Parte I. Distribución y variación estacional de los copépodos. *Contrib. Inst. Nac. Invest. Desarr. Pesq. (Mar del Plata)*, N° 383: 202-232.
- RAMÍREZ, F.C. 1981 b. Cladocera. En: BOLTOVSKOY, D. (Ed.). Atlas de zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zoplancton marino. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata: 533-542.
- RAMÍREZ, F.C. & SABATINI, M. 2000. The occurrence of Calanidae species in waters off Argentina. *Hydrobiologia*, 439: 21-42.
- RAMÍREZ, F.C. & SANTOS, B.A. 1994. Análisis del zooplancton de la plataforma bonaerense en relación con algunas variables ambientales: campañas “transacción” de 1987. *Frente Marit.*, 15:141-156
- RAMÍREZ, F.C. & VIÑAS, M.D. 1985. Hyperiid amphipods found in Argentine shelf waters. *Physis A*, 43 (104): 25-37.
- ROA, B.H., VERONA, C.A., CARRETO, J.I. & RAMÍREZ, F.C. 1974. Plancton y condiciones ecológicas en las aguas de la plataforma bonaerense frente a Mar del Plata. IV. Campaña Tronsectión IV (Octubre). Mar del Plata. PDP. 1974. Documento Técnico Preliminar. Proyecto de Desarrollo Pesquero FAO/Argentina, 40: 35 pp.
- ROMERO, S.I., PIOLA, A.R., CHARO, M. & EIRAS GARCIA, C. 2006. Chlorophyll *a* variability off Patagonia based on SeaWiFS data. *J. Geophys. Res.*, 111, C05021, doi:10.1029/2005JC003244.
- RUNGE, J.A. 1985. Relationship of egg production of *Calanus pacificus* to seasonal changes in phytoplankton availability in Puget Sound, Washington. *Limnol. Oceanogr.*, 30: 382-396.
- RUNGE, J.A. 1988. Should we expect a relationship between primary production and fisheries? The role of copepod dynamics as a filter of trophic variability. *Hydrobiologia*, 167/168: 61-71.
- SÁNCHEZ, R.P. & CIECHOMSKI, J.D. DE. 1995. Spawning and nursery grounds of pelagic fish species in the sea-shelf off Argentina and adjacent areas. *Sci. Mar.*, 59 (3): 455-478.
- SANTOS, B.A. & RAMÍREZ, F.C. 1991. Variación estacional de las asociaciones de copépodos en una transecta de la plataforma argentina. *Bol. Inst. Oceanogr. São Paulo*, 39 (1): 71-86.
- SATO, N.E., HERNÁNDEZ, D. & VIÑAS, M.D. 2011. Hábitos alimentarios de las larvas de *Engraulis anchoita* (Hubbs & Marini, 1935) en las aguas costeras de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 39 (1): 16-24.
- SCARLATO, N.A. 1990. Algunos aspectos de la ecología trófica de las larvas de primera alimentación de *Engraulis anchoita* (Hubbs; Marini) (Pisces, Engraulidae) en los distintos

- ecosistemas marinos de la provincia de Buenos Aires. Seminario de Licenciatura, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, 34 pp.
- SILVA, R., NEGRI, R.M. & LUTZ, V. 2009. Summer succession of ultraphytoplankton at the EPEA coastal station (Northern Argentina). *J. Plankton Res.*, 31 (4): 447-458.
- SPINELLI, M.L., MARTOS, P., ESNAL, G.B. & CAPITANIO, F.L. 2009. Appendicularian assemblages and their space-time variability off the La Plata River, SW Atlantic Ocean. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 85: 97-106.
- TAKAHASHI, M. & WATANABE, Y. 2005. Effects of temperature and food availability on growth rate during late larval stage of Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*) in the Kuroshio-Oyashio transition region. *Fish. Oceanogr.*, 14: 223-235.
- TEMPERONI, B., VIÑAS, M.D., DIOVISALVI, N.R. & NEGRI, R. 2011. Seasonal production of *Oithona nana* Giesbrecht, 1893 (Copepoda: Cyclopoida) in temperate coastal waters off Argentina. *J. Plankton Res.*, 33 (5): 729-740.
- TESTER, P.A. & TURNER, J.T. 1989. Zooplankton feeding ecology: Feeding rates of the copepods *Acartia tonsa*, *Centropages velificatus* and *Eucalanus pileatus* in relation to the suspended sediments in the plume of the Mississippi River (Northern Gulf of Mexico continental shelf). *Sci. Mar.*, 53: 231-237.
- TURNER, J.T. 2004. The importance of small planktonic copepods and their roles in pelagic marine food webs. *Zool. Stud.*, 43: 255-266.
- UYE, S. & SHIBUNO, N. 1992. Reproductive biology of the planktonic copepod *Paracalanus* sp. in the Inland Sea of Japan. *J. Plankton Res.*, 14: 343-358.
- VERITY, P.G. & SMETACEK, V. 1996. Organism life cycle, predation, and the structure of marine pelagic ecosystems. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 130: 277-293.
- VIÑAS, M.D. & RAMÍREZ, F.C. 1996. Gut analysis of first-feeding anchovy larvae from Patagonian spawning area in relation to food availability. *Arch. Fish. Mar. Res.*, 43 (3): 231-256.
- VIÑAS, M.D., NEGRI, R.M., RAMÍREZ, F.C. & HERNÁNDEZ, D. 2002. Zooplankton assemblages and hydrography in the spawning area of anchovy (*Engraulis anchoita*) off Río de la Plata estuary (Argentina, Uruguay). *Mar. Freshwat. Res.*, 53 (6): 1031-1043.
- VIÑAS, M.D., RAMÍREZ, F.C., SANTOS, B. & MARRARI, M. 2007. Spatial and temporal distribution patterns of cladocerans in the Argentine Sea. *Hydrobiologia*, 594: 59-68.
- VIÑAS, M.D., NEGRI, R.M., CEPEDA, G.D., HERNÁNDEZ, D.A., CAPITANIO, F.L., SILVA, R. & DAPONTE, M.C. 2013. Seasonal succession of zooplankton in coastal waters of the Argentine Sea (Southwest Atlantic Ocean): prevalence of classical or microbial food webs. *Mar. Biol. Res.*, 9 (4): 371-382.
- VIÑAS, M.D., SANTOS, B., CEPEDA, G., DI MAURO, R., MARRARI, M., MORIONDO, P., PADOVANI, L., RAMÍREZ, F. & TEMPERONI, B. 2011. Zooplankton biodiversity in a large region of the South West Atlantic: key crustacean species and their trophic role for main fisheries resources. En: *World Conference on Marine Biodiversity*, Aberdeen, Escocia, Resúmenes: 158.

Recibido: 01-06-2012

Aceptado: 05-06-2013