

# Ambiente y Plancton en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya en un escenario de cambio climático (marzo, 2014)

Rubén M. Negri<sup>1</sup>, Graciela Molinari<sup>1</sup>, Mario Carignan<sup>1</sup>, Leonardo Ortega<sup>2</sup>, M. Guillermina Ruiz<sup>1,4</sup>, Ezequiel Cozzolino<sup>1</sup>, A. Daniel Cucchi-Colleoni<sup>1</sup>, Vivian Lutz<sup>1,4</sup>, Marcela Costagliola<sup>1</sup>, Analía García<sup>1</sup>, Silvina Izzo<sup>1</sup>, Verónica Jurquiza<sup>1</sup>, Andrea Salomone<sup>2</sup>, Marta Odizzio<sup>2</sup>, Sabrina La Torre<sup>2</sup>, Analía Sanabria<sup>2</sup>, María C. Hozbor<sup>1</sup>, Silvia R. Peressutti<sup>1</sup>, Silvia Méndez<sup>2</sup>, Ricardo Silva<sup>1</sup>, Ana Martínez<sup>2</sup>, Georgina Cepeda<sup>1,4</sup>, María D. Viñas<sup>1,3,4</sup>, Marina V. Diaz<sup>1,4</sup>, Marcelo Pájaro<sup>1</sup>, M. Belén Mattera<sup>1</sup>, Nora Montoya<sup>1</sup>, Carla Berghoff<sup>1</sup>, Ezequiel Leonarduzzi<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero; Mar del Plata, Argentina.

<sup>2</sup> Dirección Nacional de Recursos Acuáticos; Montevideo, Uruguay.

<sup>3</sup> Universidad Nacional de Mar del Plata; Mar del Plata, Argentina.

<sup>4</sup> Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC) - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

**RESUMEN:** En este trabajo se presentan resultados de una campaña ambiental multidisciplinaria realizada en la Zona Común de Pesca (ZCP) en el BIP "Cap. Oca Balda" (25 de Marzo al 1 de Abril de 2014). Los muestreos se distribuyeron en dos secciones en la plataforma continental desde el sector costero (COS) hasta traspasar el talud continental (TAL), a las latitudes de Mar del Plata (Argentina) y La Paloma (Uruguay), denominándose COSTAL I y COSTAL II, respectivamente. En cada una se ubicaron seis estaciones, en las que se siguió una misma secuencia de actividades comenzando con la adquisición de los perfiles de temperatura, salinidad, fluorescencia y penetración de luz. Luego, se tomaron muestras de agua con botellas "Niskin", las cuales se utilizaron para analizar nutrientes, oxígeno disuelto, alcalinidad total - carbono inorgánico disuelto, absorción del material particulado y del orgánico disuelto coloreado (CDOM), concentración de clorofila a total ( $Cl_{aT}$ ) y la debida a la fracción del fitoplancton menor a 5  $\mu m$  ( $Cl_{a<5}$ ), diversidad de pigmentos, abundancia del bacterioplancton, búsqueda y recuento de microorganismos enteropatógenos, bacterias degradadoras de hidrocarburos (BDH) y de to-

das las fracciones del fitoplancton. Finalmente, se realizaron muestreos con diferentes redes de plancton: mini-Bongo (67 y 200  $\mu m$ ), Bongo (300  $\mu m$ ) y Nackthai (400  $\mu m$ ).

En las dos secciones las temperaturas fueron menores a la media de verano, destacándose la COSTAL I por presentar una situación de comienzos del otoño, señalada además por la mayor disponibilidad de nitrato. En cuanto a la distribución de masas de agua, se destacaron en la COSTAL II las Aguas del Río de la Plata extendidas hacia el este hasta unos 200 km, posiblemente explicado por el régimen de vientos presentes. La zona eufótica se profundizó desde la costa hacia el talud en la COSTAL II, mientras que en la otra sección se mantuvo alrededor de los 40 m. Los valores del coeficiente de absorción específico del fitoplancton estuvieron directamente relacionados con la dominancia de los componentes del ultrafitoplancton. La absorción del CDOM fue significativamente alta en la COSTAL II y mostró una fuerte relación inversa con la salinidad. En la COSTAL II, la concentración de  $Cl_{aT}$  fue mayor en la zona costera y disminuyó progresivamente hacia el talud, mientras que en la COSTAL I valores altos de  $Cl_{aT}$

persistieron a lo largo de la plataforma en superficie. En ambas secciones la concentración  $Cl_{a-5}$  fue alta. En cuanto a la diversidad pigmentaria, la COSTAL II se distinguió por las altas concentraciones de zeaxantina en las estaciones más costeras y el registro de DV-Cl a que señala la presencia de *Prochlorococcus* en la estación 6U en aguas tropicales. En la COSTAL I es notoria la presencia de 19'hexanoiloxifucoxantina y Clc3 indicando la importancia de las haptofitas en el área, y MV-Clc3, sólo en la estación 4 coincidiendo con la presencia de *Emiliania huxleyi*. Si bien los valores de biomasa de fitoplancton expresados en valores de carbono fueron similares en ambas secciones con un rango de  $\sim 10\text{--}68 \text{ mg C m}^{-3}$ , la distribución espacial presentó particularidades en cada una de ellas: en la COSTAL II, las mayores concentraciones se limitaron a las estaciones costeras (1U-3U), mientras que en la COSTAL I se ubicaron en las estaciones 2 y 4 en capas profundas y en superficie en la estación 6. Considerando las tres fracciones analizadas (micro, nano y ultrafitoplancton) en toda el área prevaleció la fracción más pequeña, aunque mostrando diferencias cualitativas. El bacterioplancton alcanzó concentraciones similares en ambas secciones con valores máximos de  $\sim 45 \text{ mg C m}^{-3}$  con una distribución diferencial, ubicándose en profundidad en las estaciones más costeras en la COSTAL II y en aguas externas en la COSTAL I (estación 5). Se registraron BDH (bacterias degradadoras de hidrocarburos) en el sector costero de las dos secciones y se confirmó la presencia de *Vibrio parahaemolyticus*, pero sólo en las estaciones más costeras de la COSTAL II. El ultra y el microprotozooplancton alcanzaron sus máximas biomásas ( $\sim 8 \text{ mg C m}^{-3}$ ) en aguas superficiales de las estaciones de plataforma externa en la COSTAL I y las del sector costero en la COSTAL II respectivamente. De los componentes del zooplancton se analizaron particularmente todos los estadios de desarrollo de los copépodos, siendo los mejor representados las nauplii y los copepoditos que, en conjunto constituyeron el 78,71% de la comunidad, particularmente los pertenecientes a los órdenes Calanoida ( $<1 \text{ mm}$ ) y Cyclopoida ( $<1$

mm). La máximas abundancias ( $\sim 47000 \text{ ind. m}^{-3}$ ) se registraron en la estación 2U. Las nauplii sólo alcanzaron porcentajes elevados (50%) en la estación 2U de la COSTAL II, representando hasta el 70% en las estaciones 1 - 5 y 6 de la COSTAL I. En cuanto a los copepoditos, tuvieron una distribución diferencial en ambas secciones, alcanzando una elevada representación en la COSTAL II, tanto los Cyclopoida (entre 20-65%) como los Calanoida, mientras que en la COSTAL I se distinguió este último grupo con porcentajes entre 80 y 50% en las estaciones 2 a 4. En cuanto a la distribución y abundancia de huevos de anchoíta, las mayores densidades se observaron en la estación 3 de la COSTAL I ( $600 \text{ huevos m}^{-2}$ ), mientras que fue muy pobre en la COSTAL II. Se detectó la presencia de larvas de anchoíta en 8 de las 12 estaciones estudiadas destacándose las estaciones 5U ( $222 \text{ ind. m}^{-2}$ ) de la COSTAL II y la 3 ( $430 \text{ larvas m}^{-2}$ ) de la COSTAL I. Se estudió la condición nutricional de las larvas, evidenciándose por la relación ADN/ARN y la performance de crecimiento, que se encontraban en una buena condición nutricional. En general, la estación 6U mostró características particulares en las variables consideradas debido a la presencia de aguas tropicales, distinguiéndose como un sistema completamente diferente al resto de las estaciones.

Todos estos resultados nos permiten señalar que, a pesar de las diferencias en las condiciones ambientales, en ambas secciones se desarrollaron tramas tróficas microbianas en las cuales los productores primarios son principalmente células pequeñas ( $<5 \mu\text{m}$ ). Este tipo de tramas planctónicas tienen la más alta eficiencia trófica debido al fuerte acoplamiento entre los niveles tróficos del plancton, por lo que canalizan la mayor parte del carbono a la producción de peces pelágicos, y por ende hay una limitada exportación de carbono biogénico desde el sistema pelágico. A pesar de la uniformidad en el tipo de trama trófica, se evidenció una distribución diferencial cuali-cuantitativa de los diversos niveles tróficos analizados en relación con el ambiente físico-químico y lumínico.

Considerando el escenario de cambio climático en que se encuentra hoy nuestro planeta, con algunos efectos ya registrados en el océano mundial, es muy importante contar con observaciones continuas del ambiente marino. Esta información debe provenir no sólo de sensores remotos y boyas, sino también de mediciones *in situ* de variables ambientales y principalmente de la biología del océano, comprendiendo la taxonomía y fisiología del plancton, la estructura de las comunidades, dinámica de las tramas tróficas y procesos mesopelágicos.

El presente estudio multidisciplinario en la ZCP constituye el primero de estas características en el área y aporta un conocimiento fundamental para la comprensión del circuito de la materia en este sistema tan complejo. Considerando que esta información es limitada a una época del año, sería muy importante poder repetir este tipo de estudios con periodicidad estacional.

**Palabras clave:** Atlántico SO, oceanografía, bacterioplancton, fitoplancton, zooplancton, condición larval.

**SUMMARY: A multidisciplinary environment and plankton survey in the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone in a climate change scenario (March, 2014).**- Results from a multidisciplinary environmental cruise carried out in the Common Fishing Zone (ZCP by its Spanish acronym) on board the BIP 'Cap. Oca Balda' (25th March- 1st April 2014) are presented. Sampling was conducted along two transects on the continental shelf from the coastal sector (COS) through the shelf-break (TAL) and beyond, at the latitudes of Mar del Plata (Argentina) and La Paloma (Uruguay) These transects were identified as COSTAL I and COSTAL II respectively, comprising six stations each. The same sequence of activities was performed at each station, starting by measurements of temperature, salinity, fluorescence and light penetration profiles, followed by water sampling with Niskin bottles. These water samples

were used for the analyses of nutrients, dissolved oxygen, total alkalinity – dissolved inorganic carbon, absorption by particulate and chromophoric dissolved organic matter (CDOM), concentration of total chlorophyll a ( $Cl_a_T$ ) and the concentration due to the phytoplankton fraction smaller than  $5 \mu m$  ( $Cl_a_{<5}$ ), pigment composition, bacterioplankton abundance, search and counting of enteropathogenic microorganisms, hydrocarbon degrading bacteria (BDH), and all phytoplankton fractions. Finally, tows with different plankton nets were also performed: Bongo (67 and 200  $\mu m$ ), Bongo (300  $\mu m$ ) and Nackthai (400  $\mu m$ ).

In the two transects temperatures were lower than the average for summer, especially COSTAL I showed a situation corresponding to early autumn, consistent with the larger availability of nitrate. The distribution of the water masses showed important differences in the two transects, particularly in COSTAL II where waters from the Río de la Plata extended eastwards, probably on account of the prevailing wind regime rather than by the influence of the outflow of the Río de la Plata. The euphotic zone showed a deepening from the coast to the shelf-break in COSTAL II, whereas in COSTAL I it was always around 40 m. The values of the specific absorption coefficient of phytoplankton were linked to the dominance of the ultraphytoplankton. CDOM absorption was significantly high in COSTAL II and showed a strong relationship with salinity. In COSTAL II the concentration of  $Cl_a_T$  was higher in the coastal zone and progressively decreased towards the shelf-break, whereas in COSTAL I high values of  $Cl_a_T$  persisted along the shelf at the surface. In the two transects the concentration of  $Cl_a_{<5}$  was high. Regarding pigment diversity, COSTAL II was characterized by high zeaxanthin concentrations in the coastal stations and by the presence of DV-Chl a marker for *Prochlorococcus* at station 6U in tropical waters. In COSTAL I was notorious the presence of 19'hexanoyloxyfucoxanthin (hexfuco) and  $Chl_{c3}$  indicating the importance of haptophytes in the area, and MV- $Chl_{c3}$  only at station 4

coincident with the presence of *Emiliana huxleyi*. Although, phytoplankton biomass expressed in values of carbon was similar in the two transects with a range of  $\sim 10\text{--}68\text{ mg C m}^{-3}$ , the spatial distribution showed differences in each one: in COSTAL II the higher concentrations were limited to the coastal stations (1U-3U), while in COSTAL I these were located at stations 2 and 4, especially at depth, and at surface in station 6. Considering the phytoplankton size classes, micro- nano- and ultraphytoplankton, the smaller fraction prevailed in the whole area, although showing qualitative differences. The bacterioplankton reached similar concentrations in both transects with maximum values of  $\sim 45\text{ mg C m}^{-3}$  with a distinct spatial distribution, located at depth close to the coast in COSTAL II and offshore in COSTAL I (station 5). BDH were found mainly in the coastal sector in both transects; regarding bacteria the presence of *Vibrio parahaemolyticus* was confirmed only at the coastal stations in COSTAL II. The most important fractions of the protozooplankton were the two largest (nano and micro), reaching their maxima biomass in surface waters of the external shelf in COSTAL I and in the coastal sector in COSTAL II. All development stages of copepods (zooplankton) were analyzed, being the better represented the nauplii and the copepodites, that together constituted 78.71% of the community, particularly those belonging to the orders Calanoida ( $<1\text{ mm}$ ) and Cyclopoida ( $<1\text{ mm}$ ). The highest abundances ( $\sim 47000\text{ ind. m}^{-3}$ ) were recorded at station 2U. Nauplii reached only high percentages (50%) at station 2U in COSTAL II and represented up to 70% in stations 1 – 5 and 6 in COSTAL I. Regarding copepodites, they had a distinct distribution in the two transects reaching a high representation in COSTAL II, either the Cyclopoida (between 20-65%) as the Calanoida, while in COSTAL I this last group was notorious with percentages up to 80 and 50% in the shelf stations 2 to 4. Anchovy egg's abundance and distribution showed the highest densities at station 3 in COSTAL I ( $600\text{ eggs m}^{-2}$ ). Anchovy larvae were detected at 8 out of the 12 stations studied, particularly at station 5U ( $222\text{ ind. m}^{-2}$ ) in COSTAL II and at station 3 ( $430\text{ larvae m}^{-2}$ )

in COSTAL I. According to the ADN/ARN ratio and the growing performance, it was evidenced that anchovy larvae nutritional condition was good at the studied area. Overall station 6U showed particular characteristics in the variables considered due to the presence of tropical waters, being a system completely different from the rest of the stations here analyzed.

Based on these results it may be concluded that, despite the differences in the environmental conditions in the two transects, in both cases microbial trophic webs were developing in which the primary producers are mainly small cells ( $<5\text{ }\mu\text{m}$ ). This type of planktonic web has the higher trophic efficiency due to the strong coupling between the plankton trophic levels, channeling the major part of carbon towards pelagic fish production; with limited export of biogenic carbon from the pelagic system. Despite the uniformity in the type of trophic web, a quali-quantitative differential distribution of the diverse trophic levels analysed in relationship to the physical-chemical, light environment was evident.

In the climate change scenario in which our planet is immerse, with effects already recorded for the world ocean, it is very important to count with continuous observations of the marine environment. This information should be provided not only by remote sensing and buoys, but also by *in situ* studies about environmental variables and most important, on the biology of the ocean encompassing: taxonomy and physiology of plankton, community structure, dynamics of the trophic webs and mesopelagic processes. This multidisciplinary study constitutes the first attempt to conduct this approach in this ZCP and contributes with fundamental knowledge for the comprehension of the cycle of matter in this complex system. Bearing in mind that access to this information should not be limited to a single period of the year, it will be relevant to repeat this type of study with a seasonal periodicity.

**Key words:** SW Atlantic, oceanography, bacterioplankton, phytoplankton, zooplankton, fish larvae condition.

## Introducción

---

La Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCP) es una región en la que se desarrollan importantes pesquerías de especies costeras y de altura, tales como la corvina (*Micropogonias furnieri*), la pescadilla (*Cynoscion guatucupa*), la anchoíta (*Engraulis anchoita*) y la merluza común (*Merluccius hubbsi*) entre otras, con capturas que han variado entre 130000 y 350000 toneladas por año (período 1989-2014 - <http://ctmfm.org/archivos-de-captura/>; consulta 10 de marzo de 2016). Otro aspecto para destacar de la ZCP se refiere a su funcionamiento como una importante zona de desove y cría de varias especies de peces (Weiss, 1972; Ciechomski y Weiss, 1974; Ciechomski et al., 1981; Pájaro et al., 2008). Su compleja hidrografía y la existencia de fuertes gradientes de densidad horizontales y verticales influyen el crecimiento y la distribución espacial y temporal de todos los organismos, comenzando por todas los componentes del plancton, facilitando además, la retención de huevos y larvas de peces (Acha et al., 2004; Shanks et al., 2003).

Las condiciones ambientales en la ZCP son altamente complejas y variables. Los forzantes de esta variabilidad se vinculan a los cambios estacionales e interanuales de las descargas del Río de la Plata, los regímenes estacionales de los vientos fuertemente vinculados a las variaciones latitudinales del Centro de Alta Presión del Atlántico Sur (Barros et al., 2015; Pimenta, et al., 2008), la vecindad en el borde de la plataforma con la convergencia de las mayores corrientes de contorno del Atlántico Sudoccidental (ASO) - la corriente cálida de Brasil y la corriente fría de Malvinas - así como al aporte de nutrientes desde el sudoeste del área transportados por las aguas subantárticas de la plataforma argentina (Guerrero y Piola, 1997; Lucas et al., 2005; Piola et al., 2005).

El desarrollo de la abundancia de las poblaciones que constituyen recursos pesqueros en la ZCP está estrechamente ligado a la dinámica ambiental, la cual no está exenta de los efectos del cambio climático. El ascenso de la temperatura a nivel global, una de las consecuencias del cambio climático, está principalmente provocado por el aumento en la concentración de gases de efecto invernadero, particularmente el CO<sub>2</sub>. En la década de 1990, ya había suficiente conocimiento sobre los efectos del aumento de la temperatura a nivel de procesos en los organismos y en las poblaciones (ej. Fields et al., 1993). Si bien numerosos estudios han corroborado las predicciones de esa época, también se está verificando actualmente que esa relación simplista entre la temperatura y los organismos no es suficiente para predecir los futuros cambios en los sistemas biológicos (Harley et al., 2006). Desde los comienzos del nuevo milenio numerosos autores han señalado, en relación al calentamiento global, que los cambios ya se pueden observar en las comunidades planctónicas (ej., Richardson y Schoeman, 2004), así como en la distribución de diversas poblaciones de peces (ej., Perry et al., 2005). Este estado actual del conocimiento, en particular el relativo a variables como la temperatura, salinidad y clorofila, ha sido posible gracias a la excelente cobertura de gran parte de los océanos alcanzada por los satélites y las boyas Argo. Sin embargo, todavía hay pocas series de tiempo ecológicas, en particular, aquéllas que abarcan estudios a nivel de especies para el plancton, que forman la base de las cadenas tróficas marinas (Koslow y Couture, 2013). Las observaciones de series de tiempo realizadas a través de muestreos desde barcos son limitadas espacial y temporalmente. Sin embargo, estas campañas son imprescindibles ya que proveen mediciones de alta calidad útiles para validar la estimación satelital de variables como la concentración de clorofila superficial, con la ventaja adicional

de que estas mediciones pueden realizarse en toda la columna de agua. Además, permiten recolectar muestras para estudios de biodiversidad y realizar experimentos para estimar tasas fisiológicas de distintos procesos como la fotosíntesis o el pastoreo. Es por todo esto que idealmente para el entendimiento a largo plazo de un ecosistema se debe hacer uso de observaciones tomadas desde distintas plataformas (buques, boyas, satélites), las cuales deben ser criteriosamente asimiladas en modelos que expliquen su dinámica. Surge así la necesidad de llevar adelante monitoreos ambientales y biológicos multidisciplinarios e integrados, que contemplen una escala espacial y temporal adecuada. Si bien existen estudios puntuales sobre los diferentes componentes de la fauna y flora del área, es de particular relevancia integrar todas estas disciplinas en el marco de un monitoreo dirigido hacia un manejo adaptativo, integracional y sustentable.

## 1.1. Características ambientales de la ZCP

### 1.1.1. Masas de agua

Al Sur de 38°S fluyen aguas de origen subantártico, y al norte de los 36,5°S se agregan aguas diluidas por la descarga del Río de la Plata y aguas de origen subtropical, predominantes en verano. Las aguas de origen subantártico, transportadas desde el sur, se extienden paralelas a la batimetría con dirección SO-NE con un rango de salinidad entre 33,5 y 34,2. En el Agua Subantártica de Plataforma (ASaP) se distinguen tres componentes: la externa con salinidad entre 33,7 y 34,2, que se ubica en la franja externa de la plataforma continental; la media sobre la plataforma central con un mínimo relativo de salinidad (salinidad entre 33,5 y 33,7), resultante del aporte de aguas diluidas por escurrimiento continental en el sur del continente; y la costera con valores de salinidad relativamente altos ( $S > 33,8$ ), proveniente del este de El Rincón y que se origina en el interior del Golfo San Matías debido al efecto de la circulación restringida y al predominio de evaporación sobre la precipitación local (Guerrero y Piola, 1997). Las aguas de origen subtropical presentes son el Agua Tropical (ATr) y el Agua Central del Atlántico Sur (ACeAS), transportadas hacia el sur por la corriente de Brasil, que predominan durante el verano y el otoño. La más cálida y superficial es el ATr, con temperatura y salinidad superior a 18,5°C y 36 respectivamente, fluye por encima del ACeAS (Piola *et al.*, 2000; Ortega y Martínez, 2007). El agua del Río de la Plata (ARdP) se mezcla con aguas de la plataforma continental formando una capa boyante de baja salinidad sobre las aguas de la plataforma continental de origen subantártico y subtropical, e induce una alta estratificación vertical, aislando a la capa profunda. En primavera-verano las aguas de baja salinidad se extienden hacia el sur a lo largo de la costa bonaerense, hacia el este hasta el talud continental y hacia el norte hasta los 31°S aproximadamente (Piola *et al.*, 2005). El ingreso a la plataforma del agua diluida del Río de la Plata y su variación estacional influye en el ecosistema de la plataforma modificando la concentración de nutrientes y la productividad biológica. La estratificación vertical y la relativamente alta concentración de nutrientes del agua diluida permiten el crecimiento del fitoplancton en la región (Piola *et al.*, 2005; Moller *et al.*, 2008).

### 1.1.2. Sistema de los carbonatos

El océano desempeña un rol importante en la absorción del CO<sub>2</sub>. A medida que el CO<sub>2</sub> se disuelve en el mar experimenta una serie de reacciones químicas de especiación conocidas colectivamente como "sistema de los carbonatos" o "carbono inorgánico disuelto" (DIC, por sus siglas en inglés) que incluye el CO<sub>2</sub> disuelto, el ácido carbónico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), el ión bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y el ión carbonato (CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>). El DIC es la forma en la que se almacena más del 98% del carbono de los océanos (Zeebe y

Wolf-Gladrow, 2001), constituyendo un importante sistema *buffer* que regula el pH en el agua de mar. Actualmente, la absorción en exceso del CO<sub>2</sub> genera una disminución del pH del océano, un proceso conocido como acidificación oceánica (AO). La AO en combinación con el calentamiento global, la eutrofización y la desoxigenación asociados con el cambio climático, tiene efectos sobre los organismos marinos (Orr et al., 2005). Hasta el momento no existen, en nuestro conocimiento, estudios orientados netamente a la AO para la ZCP. Sí se cuenta con estudios sobre la relación en los flujos y cambios de presión parcial de CO<sub>2</sub> con la distribución de la clorofila (Bianchi et al., 2009) y con la influencia de los grupos de fitoplancton (Schloss et al., 2007) en el Mar Argentino.

### 1.1.3. Condiciones bio-ópticas

Una gran parte de la información, incluyendo la estimación de la concentración de clorofila a (Cla), que se utiliza en estudios de series de tiempo proviene de fuentes remotas (ej. sensores satelitales, boyas fijas o derivantes, vehículos sub-acuáticos, etc.). No obstante, los muestreos *in situ* de Cla y de variables bio-ópticas son necesarios para validar y ajustar regionalmente los algoritmos satelitales con que se estiman estos parámetros. La estimación satelital de la Cla no es exacta debido a la interferencia atmosférica y a la presencia de distintos componentes que absorben luz en el medio acuático, los cuales no son hasta el momento cuantificados con precisión por estos algoritmos para algunas regiones (Sathyendranath, 2000). La fuerte influencia del Río de la Plata que aporta sedimentos y materia orgánica, produce una alta complejidad óptica de la ZCP (Armstrong et al., 2004; Dogliotti et al., 2015) y por ende demanda la necesidad de ajustar los algoritmos satelitales con muestras *in situ*.

## 1.2. Comunidades planctónicas

Resulta de particular interés mejorar el conocimiento de los componentes del plancton, considerando la importancia de la estructura de tamaños en la transferencia de carbono hacia los peces (Marquis et al., 2011), así como las posibles modificaciones en la fenología de esta comunidad.

El **bacterioplancton** es un componente funcional básico de los ecosistemas acuáticos a través del cual circula una importante fracción del flujo de energía y materia en lo que se conoce como "bucle microbiano" (Azam et al., 1983). Este grupo ha sido registrado con altas densidades en aguas diluidas del Río de Plata así como en aguas costeras de plataforma en la ZCP, representando esta biomasa un nexo esencial entre la materia orgánica, el detritus y los niveles tróficos superiores (Hozbor et al., 2013). Considerando la importancia que tiene esta área en relación a la navegación de ultramar y las pesquerías que allí se desarrollan, es de interés evaluar la presencia de **bacterias degradadoras de hidrocarburos** (BDH), así como de las **especies patógenas** teniendo en cuenta que el ambiente acuático es un reservorio y vehículo de transmisión. Con respecto a las BDH, existen escasos datos de abundancia y distribución en esta zona (Peressutti y Costagliola, 2005) y se han realizado algunos estudios filogenéticos y metabólicos de BDH y surfactantes (Peressutti et al., 2008; Pedetta et al., 2013). Con respecto a las **bacterias potencialmente patógenas** a partir del año 1992, en la ZCP se llevan a cabo investigaciones tendientes a relevar la presencia de *Vibrio cholerae* y desde el 2008 se estudia *Vibrio parahaemolyticus* en relación a la sanidad de los productos pesqueros y la salud pública (Costagliola et al., 2000; Binsztein et al., 2004; Jurquiza y Costagliola, 2014). Dentro de las bacterias del género *Vibrio*, autóctonas del ambiente marino, *V. cholerae*, *V. parahaemolyticus* y *V. vulnificus* han estado implicadas en brotes de enfermedad en humanos (Austin, 2010).

Los estudios regionales sobre el **fitoplancton** en la ZCP se refieren principalmente a patrones espaciales de distribución de clorofila y nutrientes (Carreto *et al.*, 1986; Ciotti *et al.*, 1995; Brandini *et al.*, 2000; Martínez y Ortega, 2007; Machado *et al.*, 2013). Datos sobre la distribución y abundancia de especies fitoplanctónicas están restringidos a unos pocos trabajos, generalmente dedicados a la fracción microplanctónica y en todos ellos se encontró una dominancia de diatomeas céntricas (Elgue *et al.*, 1987; Negri *et al.*, 1988; Gayoso y Podestá, 1996; Gayoso, 1999). Se conoce poco sobre la ecología del **protozooplancton** así como de su participación en las tramas tróficas en los sistemas pelágicos de esta región (Pettigrosso, 2003; Kogan, 2005; Santoferrara *et al.*, 2011). Este grupo diverso de protistas heterótrofos, que abarcan un amplio rango de tamaños (1-200  $\mu\text{m}$ ), son un nexo trófico importante entre las bacterias y las formas más pequeñas del fitoplancton, con grandes zoopláncteres que no pueden consumir eficientemente células del ultraplancton ( $< 5 \mu\text{m}$ ) (Sherr y Sherr, 1988).

Respecto del **zooplancton** del área se han realizado numerosas investigaciones desde la década del 70. En particular, la composición y distribución del grupo dominante de los copépodos fueron estudiadas en varios trabajos en relación con los factores físicos y biológicos del ambiente. En general, se distinguen tres grupos de especies: estuarino, costero, de plataforma media y externo (Berasategui *et al.*, 2006; Viñas *et al.*, 2014 y referencias incluidas allí), considerando principalmente la temperatura y la salinidad como variables ambientales.

Si bien los copépodos del área han sido investigados exhaustivamente, la información concerniente a la diversidad y composición específica, es incompleta por estar basada en muestras obtenidas con mallas de poro grueso (200  $\mu\text{m}$  o mayores), con la consecuente subestimación de las fracciones más pequeñas ( $< 1\text{mm}$ ), dominantes en la comunidad (Di Mauro *et al.*, 2009; Antacli *et al.*, 2011; Viñas *et al.*, 2014). En diversos sistemas marinos se ha demostrado que las especies de copépodos de talla menor y los estadios inmaduros de desarrollo de pequeño porte constituyen una proporción sustancial de la comunidad (Gallienne y Robins, 2001; Hopcroft *et al.*, 1998, 2001; Turner, 2004; Viñas *et al.*, 2013). Asimismo, juegan un rol fundamental dentro de las tramas tróficas marinas dado que pueden canalizar la energía contenida en niveles tróficos inferiores integrantes de la trama trófica microbiana (ej. componentes autotróficos y protistas heterotróficos).

En el presente trabajo se analizó la variación en la composición y distribución espacial de los componentes menores de la comunidad de copépodos (muestreados con malla de 67  $\mu\text{m}$ ), en dos secciones transversales a los diferentes sistemas productivos de la plataforma bonaerense, dentro de la ZCP.

La abundancia de **huevos y larvas** en el plancton marino varía estacionalmente debido a que los peces desovan en relación con los ciclos de producción primaria y secundaria (Govoni, 2005). La anchoíta conforma el grupo de peces pelágicos más importante de la región (Ciechomski y Sánchez, 1988) y debido a sus características reproductivas presenta una amplia temporada de desove, que en el sector bonaerense puede extenderse durante todo el año con máximos en primavera y otoño (Sánchez, 1995). Debido a la gran abundancia en el plancton de sus estadios iniciales de desarrollo y a su fácil identificación frente a otras especies presentes en el ictioplancton, esta especie fue seleccionada como especie de estudio.

El estudio de la **condición nutricional** permite evaluar individualmente el estado fisiológico de las larvas que es reflejo de las condiciones ambientales a las que han sido expuestas, permitiendo así



la estimación de la incidencia de la mortalidad durante este periodo de la ontogenia temprana de los peces. La relación ARN/ADN representa el índice bioquímico más utilizado en la actualidad como indicador de la condición nutricional de larvas de peces. Los organismos en buena condición usualmente presentan valores más elevados de la relación ARN/ADN que aquellos que se encuentran en una condición pobre (Clemmesen, 1994).

Diversos estudios han sido llevados a cabo para estudiar la distribución y abundancia de huevos y larvas de anchoíta en la ZCP (Pájaro *et al.*, 2008). También se ha estudiado intensamente la condición nutricional de las larvas de esta especie (Diaz *et al.*, 2011; Diaz y Pájaro, 2013). Sin embargo, este trabajo representa el primer estudio integral de las variables ambientales, la estructura de las tramas tróficas y la condición nutricional de las larvas de anchoíta en la ZCP.

### 1.3. Objetivos generales

Si bien como se detalla más arriba existe en esta área un importante volumen de información ambiental y del plancton, la misma es incompleta y en general la multiplicidad de parámetros biológicos y físicos no se han considerado simultáneamente y en forma integrada. En este trabajo se analiza la variabilidad espacial de todos los componentes del plancton (bacterioplancton, todas las fracciones del fitoplancton, zooplancton e ictioplancton) en relación con las diferentes masas de agua y sus características nutritivas, considerando además, otros forzantes ambientales como la luz en la columna de agua, el caudal del Río de la Plata y los vientos. El objetivo es poder caracterizar las tramas tróficas planctónicas que se desarrollan en este área durante el verano, como un aporte a la comprensión del flujo de materia hacia los niveles superiores.

## 2. Materiales y Métodos

---

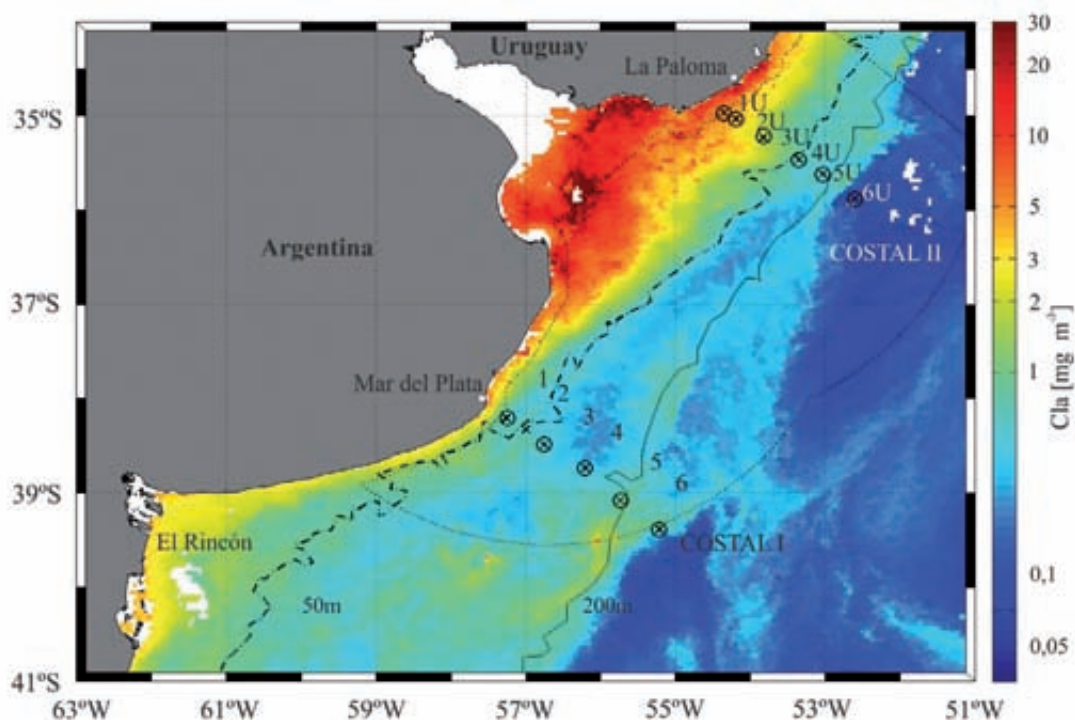
La campaña de investigación se realizó en el BIP "Cap. Oca Balda" con la participación de investigadores y técnicos de Argentina y Uruguay, entre el 25 de marzo y el 1 de abril de 2014. Los muestreos se distribuyeron en dos secciones en la plataforma continental desde el sector costero (COS) hasta traspasar el talud continental (TAL), ubicadas con orientación noroeste-sudeste a las latitudes de La Paloma (Uruguay) y Mar del Plata (Argentina), denominándose COSTAL II y COSTAL I, respectivamente (Figura 1). En cada una de las secciones se ubicaron 6 estaciones, con profundidades que variaron entre los 30 m hasta más de 1000 m (Tabla 1). En todas ellas se siguió la misma secuencia de actividades, comenzando con la obtención de los perfiles de temperatura, salinidad, fluorescencia y de penetración de la luz. Las muestras se tomaron en el siguiente set de profundidades: superficie (0 m), 5 m y donde la irradiancia fuera un 50%, 25%, 10% y 1% del valor en superficie. En algunos casos en que se registró un máximo de fluorescencia (MFI) o presencia de termoclina, también se muestrearon estas profundidades. Las muestras de agua de profundidad se tomaron utilizando una roseta equipada con botellas "Niskin" de 4 l de capacidad, y las de superficie se recolectaron con un balde plástico. Las variables analizadas a partir de estas muestras y los métodos empleados se detallan a continuación. Luego del muestreo de agua, se realizaron barridos con diferentes redes de plancton: fitoplancton (tamaño de poro de la malla: 25  $\mu\text{m}$ ), mini-Bongo (67 y 200  $\mu\text{m}$ ), Bongo (300  $\mu\text{m}$ ) y Nackthai (400  $\mu\text{m}$ ), estas últimas tres, equipadas con flujómetros para estimar el volumen de agua filtrada.

## FRENTE MARÍTIMO

Publicación de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo

**Tabla 1.** Fecha, posición geográfica, profundidad, temperatura superficial del mar (TS) y salinidad superficial del mar (SS) de cada una de las estaciones de la campaña OB-02/14. Las estaciones se presentan en el orden de la navegación.

Sección	Estación	Fecha	Hora GMT	Latitud (°)	Longitud (°)	Profundidad (m)	TS	SS
COSTAL I	1	26/03/2014	11:40	-38.209	-57.262	38	19.168	34.0813
COSTAL I	2	26/03/2014	16:00	-38.331	-57.003	71	19.029	33.9386
COSTAL I	3	26/03/2014	18:43	-38.489	-56.753	80	18.850	33.8624
COSTAL I	4	27/03/2014	11:20	-38.743	-56.217	90	14.895	33.7264
COSTAL I	5	27/03/2014	15:30	-39.086	-55.736	124	13.762	33.7471
COSTAL I	6	27/03/2014	21:12	-39.397	-55.192	962	12.226	33.9006
COSTAL II	6U	29/03/2014	11:40	-35.886	-52.603	1328	23.941	36.3269
COSTAL II	5U	29/03/2014	16:27	-35.621	-53.033	123	20.958	31.6743
COSTAL II	4U	29/03/2014	20:30	-35.466	-53.353	62	21.335	30.9535
COSTAL II	3U	30/03/2014	12:09	-35.243	-53.836	24	21.401	30.5037
COSTAL II	2U	30/03/2014	14:39	-35.038	-54.191	34	21.721	30.4330
COSTAL II	1U	30/03/2014	18:07	-34.972	-54.355	34	21.221	30.1098



**Figura 1.** Posición de las estaciones (x), nodos ASCAT (círculos) e isóbatas de 50 y 200 m sobre la imagen de clorofila satelital del día 29-03-2014. (Datos satelitales Aqua-MODIS de 4 km de resolución espacial descargados de <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>)

## 2.1. Irradiancia fotosintéticamente activa (PAR, 400 - 700 nm)

Se determinó el perfil de penetración de irradiancia ( $I_z$ ) utilizando un radiómetro (PUV-500/510B *Biospherical*). Se calculó la profundidad de la capa eufótica ( $Z_{EU}$ ) como la profundidad a la que llega el 1% de la irradiancia en superficie ( $I_0$ ).

## 2.2. Perfil de temperatura, salinidad, y fluorescencia

Se utilizó un CTD Seabird SBE19, al cual se le incorporó un sensor para medir la fluorescencia en continuo.

## 2.3. Salinidad

Se midió la salinidad de las muestras discretas de agua con un salinómetro Autosal Guidline 8400B. Estas determinaciones se usaron para calibrar los datos de salinidad obtenidos con la sonda CTD y el termosalinómetro.

## 2.4. Concentración de nitrato

Alícuotas duplicadas de agua de mar ( $V=5$  ml) de todas las profundidades muestreadas, contenidas en crioviales, se conservaron en nitrógeno líquido ( $-196$  °C) hasta su análisis en el laboratorio utilizando un autoanalizador (Technicon Autoanalyser). La metodología fue la propuesta por Grasshoff y Ehrhardt (1983). Se siguieron las sugerencias del Joint ICES-IOC Study Group on Nutrient Standards (SGONS) para la calibración metodológica, análisis de las muestras y tratamiento de los datos obtenidos (Hydes et al., 2012, Aoyama et al., 2013).

## 2.5. Oxígeno disuelto

Las muestras se recolectaron en botellas de vidrio borosilicato "BOD" y se determinó su contenido en oxígeno disuelto mediante el método de Winkler (Strickland y Parsons, 1972).

## 2.6. Sistema de los Carbonatos: alcalinidad total (AT) y carbono inorgánico disuelto (DIC)

Se recolectaron muestras de 1 l de agua a 5 m de profundidad en botellas de vidrio borosilicato. La determinación de AT y DIC se realizó por titulación potenciométrica en celda cerrada y posterior estimación mediante mínimos cuadrados no lineal de Levenberg-Marquardt utilizando la función "TAfit" del paquete "AquaEnv" (Hofmann et al., 2010), de acuerdo con Dickson y Goyet (1994) y Dickson et al., (2007).

## 2.7. Caudal de aporte del Río de la Plata

Como las variaciones de caudal de un afluente pueden producir cambios en la distribución de las propiedades físico químicas en el área próxima a la desembocadura, se analizó la serie de valores de los caudales diarios desde 1980 de los llamados "3 corredores" que descargan en el Río de la Plata,

los ríos Paraná de las Palmas, Paraná Guazú y Uruguay, provistos y controlados por la Dirección de Sistemas de Información y Alerta Hidrológico del Instituto Nacional del Agua.

## 2.8. Viento en la superficie

Se obtuvieron los registros diarios de las componentes del viento longitudinal  $u$  ( $m\ s^{-1}$ ) y meridional  $v$  ( $m\ s^{-1}$ ), entre el 26 y 30 de marzo en el período 2008-2014 (base de datos del escaterómetro ASCAT). Cada estación oceanográfica se asoció geográficamente con el nodo más cercano de la base ASCAT (Figura 1). Para evaluar la condición de viento en el día de cada estación e identificar anomalías, se compararon la intensidad y la dirección con los valores históricos correspondientes a la misma fecha durante el período de funcionamiento del escaterómetro.

## 2.9. Concentración de clorofila (Cla)

Se determinó la concentración de Cla total y la correspondiente a la fracción del fitoplancton  $< 5\ \mu m$  ( $Cla_T$  y  $Cla_{<5}$ , respectivamente,  $mg\ m^{-3}$ ). En el primer caso se filtraron 500 ml de agua sobre filtros de fibra de vidrio tipo GF/F, mientras que para el segundo la muestra se filtró primero por un filtro de policarbonato de  $5\ \mu m$  y luego a través de una membrana GF/F. Los filtros fueron conservados en nitrógeno líquido hasta su análisis en el laboratorio. La determinación de la concentración  $Cla_T$  y  $Cla_{<5}$  se realizó por espectrofluorometría siguiendo el método de Holm-Hansen *et al.* (1965) modificado de acuerdo con Lutz *et al.* (2010). Finalmente, el perfil de Cla en la columna de agua se reconstruyó a partir del perfil de fluorescencia y las determinaciones de  $Cla_T$  tomadas a las profundidades discretas. Vale aclarar que todos los cálculos y discusiones en este estudio se realizan tomando como referencia las concentraciones de Cla estimadas por este método.

## 2.10. Análisis de pigmentos

Se filtró un volumen variable de agua (entre 0,9 - 2,0 l) a través filtros de fibra de vidrio (Whatman GF/F). Los filtros se secaron y se guardaron en nitrógeno líquido hasta su posterior análisis en el laboratorio. El material retenido sobre el filtro fue extraído con ultrasonido durante 2 min en metanol 100%. El extracto filtrado se analizó por HPLC siguiendo la técnica de Zapata *et al.* (2000). Se utilizó un equipo de HPLC (Shimadzu LC10) con detección por arreglo de diodos (SPD-10Avp). El sistema fue calibrado con estándares de pigmentos adquiridos en DHI (Water & Environment, Denmark) y con otros pigmentos purificados que fueron estandarizados sobre la base de los coeficientes de extinción de los mismos (Jeffrey y Wright, 1997).

## 2.11. Espectro de absorción del material particulado

Se filtraron 500 ml de agua sobre filtros GF/F, los cuales se conservaron en nitrógeno líquido y luego en un ultrafreezer ( $-80\ ^\circ C$ ) hasta el momento del análisis. El coeficiente de absorción espectral del material particulado total ( $a_p(\lambda)$ ,  $m^{-1}$ ) se determinó utilizando la técnica cuantitativa en filtro (Mitchell, 1990) usando los coeficientes de amplificación del camino óptico de Hoepffner y Sathyendranath (1992). Luego, se trataron los filtros con metanol para extraer los pigmentos y se determinó el espectro de absorción del material particulado no pigmentado (NPP,  $a_{NPP}(\lambda)$ ,  $m^{-1}$ ) de acuerdo con Kishino *et*

*al.* (1985). Finalmente, sustrayendo el espectro de absorción del NPP al espectro de absorción total se obtuvo el espectro de absorción del fitoplancton ( $a_{PH}(\lambda)$ ,  $m^{-1}$ ). Se determinó el coeficiente de absorción específico del fitoplancton ( $a_{PH}^*(\lambda)$ ,  $m^2 mg^{-1} Cla$ ) dividiendo el  $a_{PH}(\lambda)$  por la concentración de  $Cla_T$  determinada a cada profundidad; este coeficiente es una medida de la eficiencia de absorción de luz por unidad de  $Cla$ .

## 2.12. Espectro de absorción del material orgánico cromofórico disuelto (CDOM)

Se tomaron muestras de agua directamente de las botellas Niskin en botellas de vidrio "ultra limpias", las cuales se mantuvieron en oscuridad a 4°C hasta llegar al laboratorio en tierra. Las mismas se filtraron utilizando material de vidrio "ultra limpio" y filtros GF/F pre-combustionados y se determinó el espectro de absorción del CDOM ( $a_{CDOM}(\lambda)$ ,  $m^{-1}$ ) del filtrado en un espectrofotómetro utilizando cubetas de cuarzo de 10 cm. El término "ultra limpio" se refiere a un estricto protocolo de lavados con HCl 10% y agua ultra pura.

## 2.13. Bacterioplancton

Se recolectaron 50 ml muestras de agua a dos niveles (5 m y en el MFI o base de la termoclina) y se preservaron con formaldehído (2 % v/v concentración final). Se tiñeron alícuotas de 2 ml con DAPI (4'-diamino-2 fenil-indol, 5  $\mu g ml^{-1}$ ) y se filtraron a través de membranas negras de policarbonato de 0,22  $\mu m$  de poro (Porter y Feig, 1980). Estos filtros fueron almacenados a -20°C hasta su análisis en el laboratorio. Se utilizó un microscopio invertido con epifluorescencia (Olympus IX-70), equipado con filtro de excitación ultravioleta BP 360-370, Olympus U-M534 y con una cámara de video para la captura de imágenes (Olympus DP-71). El volumen celular fue calculado de acuerdo con Bratbak (1985) y para estimar la biomasa se utilizó una función alométrica entre contenido de carbono y volumen celular de acuerdo con lo propuesto por Loferer-Krößbacher *et al.*, (1998) y Posch *et al.*, (2001) para el fluorocromo DAPI.

## 2.14. Bacterias degradadoras de hidrocarburos.

Se inocularon 100  $\mu l$  y una dilución 1:10 de la muestra de agua superficial de cada una de las estaciones de muestreo sobre placas de Petri con medio de sales minerales (MSM) (Schlegel *et al.*, 1961) y gasoil como única fuente de carbono y energía. Las colonias que se desarrollaron fueron enumeradas luego de 15 a 20 días de incubación a 28°C. Se utilizó gasoil como sustrato de crecimiento ya que constituye uno de los productos de destilación del petróleo crudo.

## 2.15. Bacterias patógenas emergentes (*Vibrio* spp.)

Se analizaron muestras de agua superficial por el método cualitativo de Presencia/Ausencia (OPS, 2008; FDA-BAM,, 2004) y muestras de sedimento por el método cualitativo definido en la NORMA ISO/TS 21872, además se realizaron recuentos en CHROMAgar*Vibrio*. Los aislamientos se confirmaron por la técnica de PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa, por sus siglas en inglés), mediante la detección de genes especie-específicos y factores de virulencia (Bej *et al.*, 1999; Kim *et al.*, 1999; Chun *et al.*, 1999; Rivera *et al.*, 2003, Brasher *et al.*, 1998).

## 2.16. Fitoplancton

Las muestras de agua (5 m y MFI) para los análisis cuali-cuantitativos del fitoplancton en la COSTAL I se fijaron con formaldehído neutralizado con hexametilentetramina (concentración final 0,4%), mientras que en las correspondientes a la COSTAL II la fijación de las muestras para análisis cuantitativo se hizo con Lugol (2% concentración final) según Thronsdén (1978). Para el estudio de las mismas, se utilizaron los métodos de sedimentación (Edler y Elbrächter, 2010) para la cuantificación de las fracciones microplancton (20-200  $\mu\text{m}$ ) y nanoplancton (5-20  $\mu\text{m}$ ), y microscopía de epifluorescencia (Verity y Sieracki, 1993) para el ultraplancton ( $<5 \mu\text{m}$ ). Estos componentes más pequeños fueron seleccionados utilizando el límite de 5  $\mu\text{m}$  teniendo en cuenta que el mesozooplancton no utiliza de manera eficiente partículas menores de ese tamaño (Legendre y Rassoulzadegan, 1995). Para la identificación de micro y nanoplancton se utilizó bibliografía clásica (Cupp, 1943; Balech, 1988; Round *et al.*, 1990; Tomas, 1997). Para el cálculo de la biomasa, se estimó el biovolumen de las células utilizando las formas geométricas propuestas por Hillebrand *et al.* (1999). A partir de los volúmenes celulares de las fracciones micro y nanoplancton, se calculó la concentración de carbono mediante las ecuaciones propuestas por Menden-Deuer y Lessard (2000). Para las células del ultraplancton, a partir del biovolumen se estimó la biomasa utilizando factores de conversión de volumen celular a carbono: para células  $<5 \mu\text{m}$ ,  $0.22 \text{ pg C } \mu\text{m}^{-3}$  (Booth, 1993) y para células de *Synechococcus* de  $0,8 - 1,5 \mu\text{m}$  de diámetro,  $0.21 \text{ pg C célula}^{-1}$  (Waterbury *et al.*, 1986).

## 2.17. Protozooplancton

Para el análisis de la comunidad del protozooplancton se utilizaron las mismas muestras que se recolectaron para el estudio del fitoplancton. Los componentes heterótrofos del nano y microplancton se estudiaron por el método de sedimentación. Para la identificación de los diferentes taxa se utilizó bibliografía clásica mencionada. Para el estudio del ultraplancton heterótrofo ( $<5 \mu\text{m}$ ), 50 ml se tiñeron con DAPI y proflavina (Booth, 1993; Verity y Sieracki, 1993). Luego, se filtró a través de membranas negras de policarbonato de  $0,2 \mu\text{m}$  de poro (tipo Nuclepore), las que fueron colocadas en un portaobjeto con aceite de inmersión y almacenadas a  $-20^{\circ}\text{C}$ . En el laboratorio, para este grupo se utilizó un microscopio equipado con filtros de excitación, un filtro azul BP 470-490, Olympus U-M514 y otro filtro ultravioleta BP 360-370, Olympus U-M534, que se utilizaron para identificar y enumerar a las células heterótrofas (Davis y Sieburth, 1982; Verity y Sieracki, 1993). Para el cálculo del biovolumen, primero se realizaron mediciones celulares a partir de imágenes digitalizadas, con las que se calcularon los biovolúmenes utilizando fórmulas geométricas. Finalmente, se estimó la biomasa utilizando distintos factores de conversión para los diferentes tipos celulares: para el ultraprotozooplancton se utilizó el factor de conversión a carbono de  $0,22 \text{ pg } \mu\text{m}^{-3}$  (Borsheim y Bratbak, 1987); para los ciliados aloricados el factor fue de  $0,19 \text{ pg } \mu\text{m}^{-3}$  (Putt y Stoecker, 1989); para los dinoflagelados y otros flagelados del nanoplancton el factor de conversión propuesto por Menden-Deuer y Lessard (2000).

## 2.18. Zooplancton

Las muestras fueron obtenidas con un muestreador Minibongo provisto de una red de  $67 \mu\text{m}$  de tamaño de malla. Las muestras se fijaron en formaldehído al 4% y se analizaron bajo lupa binocular Leika DMIL. Dada la reconocida dominancia del grupo de los copépodos, en este trabajo sólo se analizó dicha Subclase. En cada muestra se obtuvieron diferentes alícuotas en función de la densidad

original, hasta contar al menos 100 copépodos adultos que fueron identificados a nivel de familia, siguiendo la bibliografía específica (Boltovskoy, 1981; Bradford-Grieve, et al., 1999). Los copepoditos fueron clasificados a nivel de Orden, mientras que las nauplii fueron sólo contabilizadas sin ninguna clasificación. En todos los casos, la abundancia fue expresada como individuos por metro cúbico.

## 2.19. Ictioplancton y condición nutricional de larvas

Las muestras recolectadas con red Bongo se tomaron realizando lances oblicuos, desde 5 m del fondo ó 70 m cuando la profundidad fue mayor a este valor, hasta la superficie y fueron fijadas en formaldehído al 5%. En el laboratorio, se registró el número total de huevos y larvas de anchoíta, así como también el resto de las especies del ictioplancton. En función del volumen de agua filtrada y la profundidad, se calcularon las densidades del ictioplancton ( $\text{ind m}^{-2}$ ). Las larvas de anchoíta destinadas al análisis de condición nutricional fueron separadas y congeladas a bordo en nitrógeno líquido y conservadas a  $-80^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente, fueron descongeladas en el laboratorio, se las fotografió y se midió su longitud estándar al micrómetro (LS), empleando el software Axio-Vision. A cada larva se le asignó un estadio de desarrollo de acuerdo con Alheit et al., (1991). De este modo se consideró como "larvas en preflexión" a aquellas con  $\text{LS} < 8 \text{ mm}$ , "larvas en flexión" con  $8 < \text{LS} < 12,9 \text{ mm}$  y "larvas en postflexión" con  $\text{LS} > 12,9 \text{ mm}$ .

En este estudio se utilizaron únicamente las larvas con tallas mayores a 4 mm que no presentaban indicios de contener reservas vitelinas y con su aparato bucal funcional. Las larvas en preflexión presentan una escasa capacidad migratoria debido a que sus aletas y vejiga natatoria se encuentran en formación pero aún no son completamente funcionales, presentan además su aparato bucal y digestivo completamente formado y funcional. Las larvas en estadio de flexión de la notocorda se caracterizan por una mayor capacidad migratoria ya que su vejiga es funcional, su sistema visual se encuentra más desarrollado y permite una captura más eficiente de presas y mayor capacidad al escape frente a predadores. Las larvas en postflexión presentan una gran capacidad motriz debida al comienzo de osificación de su esqueleto, a la completa funcionalidad de la vejiga natatoria, a la casi completa formación de sus aletas y al incremento de masa muscular en el tronco. Debido a que el grado de vulnerabilidad frente a la inanición disminuye conforme el desarrollo ontogénico avanza, se comparó la condición nutricional de las larvas considerando estos tres estadios.

Se removieron las cabezas y el tronco larval fue liofilizado durante 24 hs. Para la obtención de los índices ARN/ADN se utilizó el protocolo descrito por Caldarone et al., (2001), junto con las modificaciones de Díaz y Pájaro (2012), que se basa en la determinación de las concentraciones de ácidos nucleicos por espectro fluorescencia. A su vez, se estimó la *performance* de crecimiento (Gpf) para cada larva, de acuerdo con Buckley et al., (2008).

### 3. Resultados

---

Las distribuciones verticales se presentan hasta los 100 m de profundidad debido a la mayor densidad de muestreo en dicho rango.

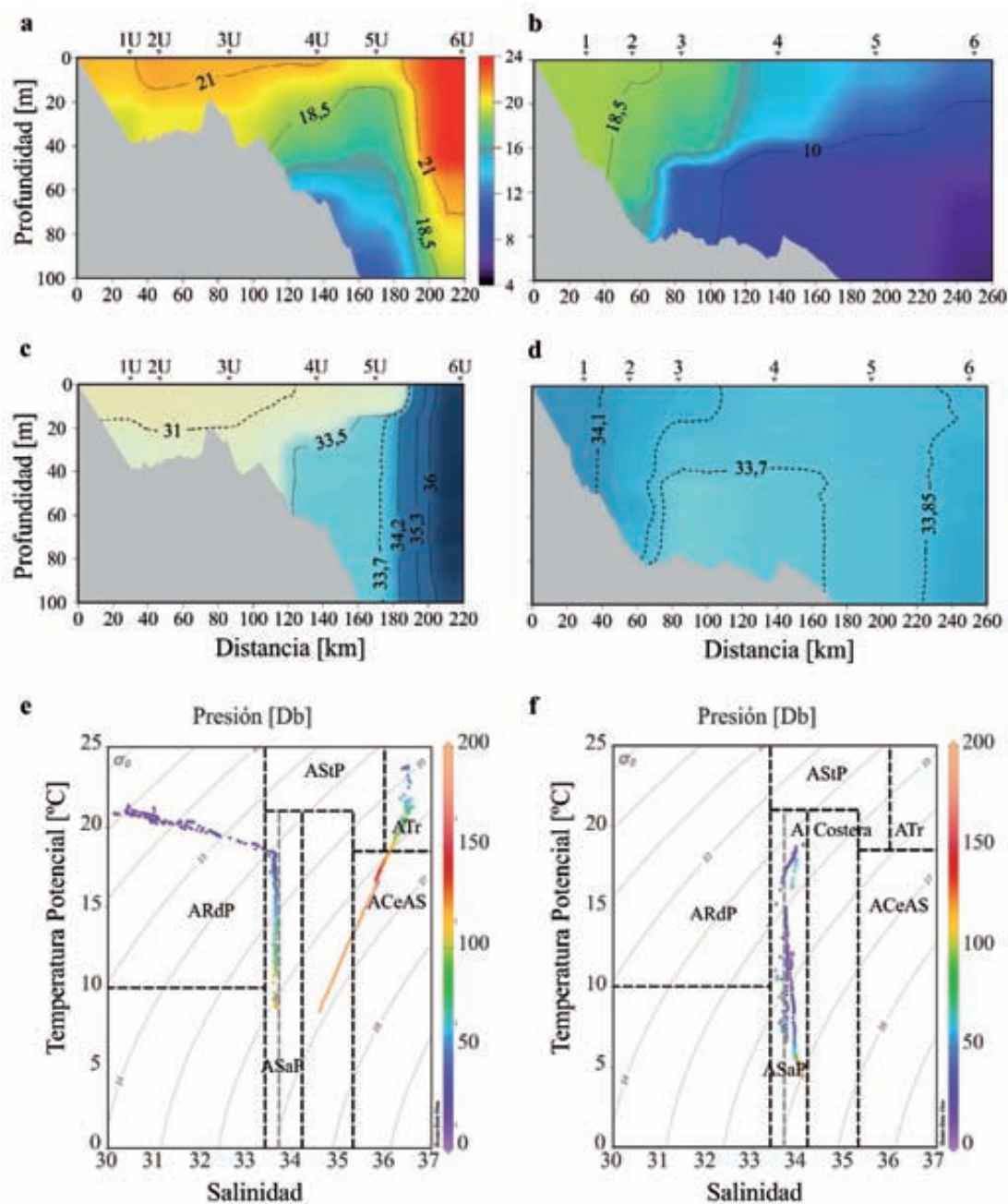
#### 3.1. Distribución termohalina

Todos los registros de temperatura y salinidad en la superficie y el fondo obtenidos durante la campaña pertenecen a los rangos representativos del mes de marzo calculados en la base BaRDO y establecidos de acuerdo con la profundidad de la estación y de la muestra, exceptuando los de la estación 5 de la COSTAL II. En esta estación, fuera de la climatología, la salinidad de superficie fue 1,69°C menor a la media histórica, mientras que la de temperatura de fondo fue 1,4°C más cálida.

En general, la temperatura en la superficie y en el fondo disminuyó desde la costa hacia el talud, excepto en los registros de superficie de las estaciones sobre la plataforma de la COSTAL II, donde osciló alrededor de los 21°C. En ambas secciones, la temperatura de superficie fue inferior a la media de verano. En la COSTAL II osciló alrededor de 20,9°C y fue 0,5°C inferior a la media de verano, exceptuando en la estación 6U donde alcanzó 23,75°C. En la COSTAL I disminuyó desde 18,9°C en la costa hasta 12,0°C en el talud y la diferencia con la media de verano aumentó desde -1,4°C en las estaciones más costeras hasta -2,7°C aguas afuera de los 90 m. Los registros de temperatura de fondo de la COSTAL I fueron superiores a la media de verano, excepto el correspondiente a la estación 3. Contrariamente, la temperatura de fondo de la COSTAL II fue inferior al valor medio de verano, exceptuando al de la estación 3U. En la COSTAL I la salinidad fue superior a 33,85 en la superficie en las estaciones costeras y cercanas a la costa (1 a 3), y en el fondo en las estaciones más costeras (1 y 2). En la COSTAL II la salinidad en la superficie fue inferior a 32 en las estaciones 1U a 5U, y en el fondo en las estaciones más costeras o menos profundas (1U a 3U).

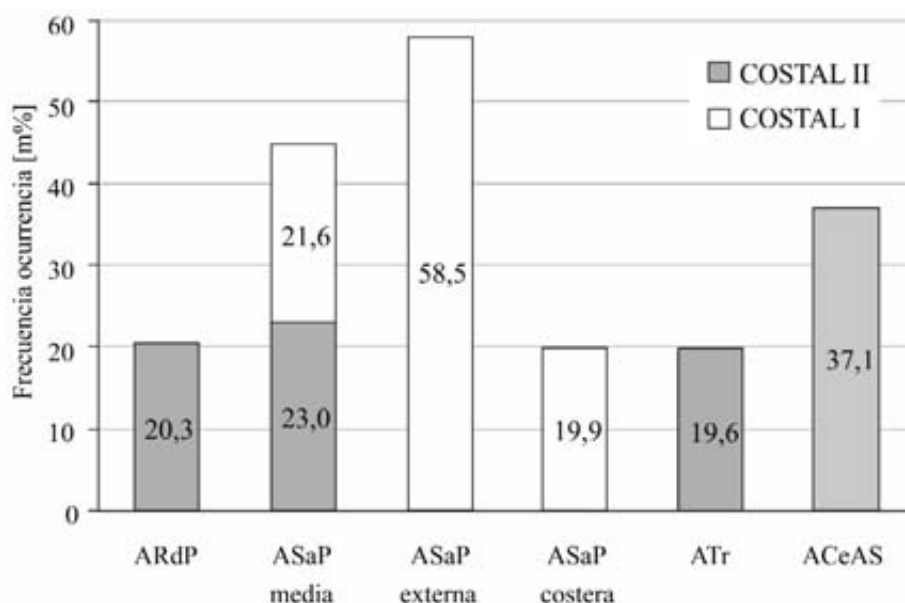
Tanto el diagrama TS como las secciones verticales de la COSTAL II (Figura 2: a, c, e) muestran en las estaciones aguas adentro de la isobata de 120 m (5U) la presencia superficial del Agua del Río de la Plata (ARdP), en la plataforma media (4U y 5U) la extensión subsuperficial del Agua Subantártica (ASaP); y al este del borde superior del talud (6U) aguas de origen subtropical: Agua Tropical (ATr) y Agua Central del Atlántico Sur (ACeAS). Con los registros del termosalinómetro, calibrados con los datos de superficie del CTD y de las botellas e interpolados, se precisó la extensión superficial del ARdP (salinidad  $\leq 33,5$ ), hasta 200 km de la costa con una temperatura asociada superior a 21,6°C. En la COSTAL I, ambas representaciones evidencian el predominio del Agua Subantártica de Plataforma (ASaP), con un mínimo relativo de salinidad en la plataforma central flanqueado por aguas de salinidad relativamente alta, superior a 33,85 (Figura 2: b, d, f). En las estaciones costeras (1 a 3), con Agua Costera conectada con aguas del Este de El Rincón, que durante el otoño se extiende hacia el norte hasta los 38,5°S; y en las cercanas al talud (5 y 6), con Agua Subantártica de Plataforma externa. La salinidad media de la sección fue de  $33,870 \pm 0,161$  y dentro del rango esperado [33,37 y 34,12]. La temperatura máxima en la sección fue de 18,849°C, verificándose la disminución del límite superior de la temperatura del ASaP respecto a los valores característicos del periodo cálido debido al enfriamiento estacional.





**Figura 2.** Distribuciones verticales de temperatura y salinidad y diagrama TS en las secciones COSTAL II (a, c, y e) y COSTAL I (b, d, y f).

Para evaluar la contribución de cada masa de agua se calcularon los diagramas TS volumétricos de cada sección. Del análisis se destaca en la COSTAL II el predominio volumétrico de aguas de origen subtropical (ATr y ACeAS), y las cantidades equivalentes de ARdP y ASaP-media aguas adentro del borde superior del talud. En la COSTAL I se verifica la preponderancia del ASaP-externa (Figura 3).



**Figura 3.** Cantidad porcentual de metros lineales de cada masa de agua en cada una de las secciones.

En cuanto a la distribución de las masas de agua, podemos señalar algunas particularidades. En la COSTAL II, podemos considerar a las estaciones 1U-3U caracterizadas por las ARdP. Las estaciones 4U y 5U, si bien en superficie todavía son alcanzadas por las ARdP, es muy característico la presencia de ASaP(media) en capas profundas con las mayores concentraciones de nitrato. Por último, la 6U, se distingue de todas las estaciones por ser la única con presencia de aguas cálidas (ATr y ACeAS). En la COSTAL I, podemos distinguir dos grupos de estaciones caracterizadas por salinidades superiores a 33,85: las estaciones 1-3 hacia la costa, y las 5 y 6 en la parte externa de la plataforma. La estación 4, puede considerarse una posición intermedia, con valores de salinidad menores a 33,75. La única masa de agua que es compartida entre ambas secciones, es la correspondiente al ASaP media.

### 3.2. Distribución de nitrato

En ambas secciones, los valores máximos de nitrato ( $> 10 \mu\text{M}$ ) están relacionados con el agua de plataforma media y externa (ASaP) de origen subantártico. En los dos casos, la presencia de esta masa de agua, que fertiliza la plataforma transportando los nutrientes desde el talud hacia la costa, se evidencia en la distribución vertical de este nutriente y en la correlación inversa de su concentración con la temperatura. En la COSTAL II (Figura 4 a y c) los valores mínimos ( $< 5 \mu\text{M}$ ) se observan en toda la plataforma hasta los 40 m de profundidad, con excepción de la estación 6U donde la influencia de aguas tropicales, de baja concentración de nutrientes, mantiene esta característica hasta por lo menos los 150 m. En la COSTAL I (Figura 4, b y d), los valores relativos mínimos ( $< 2 \mu\text{M}$ ) se encuentran asociados solo a las estaciones más costeras.

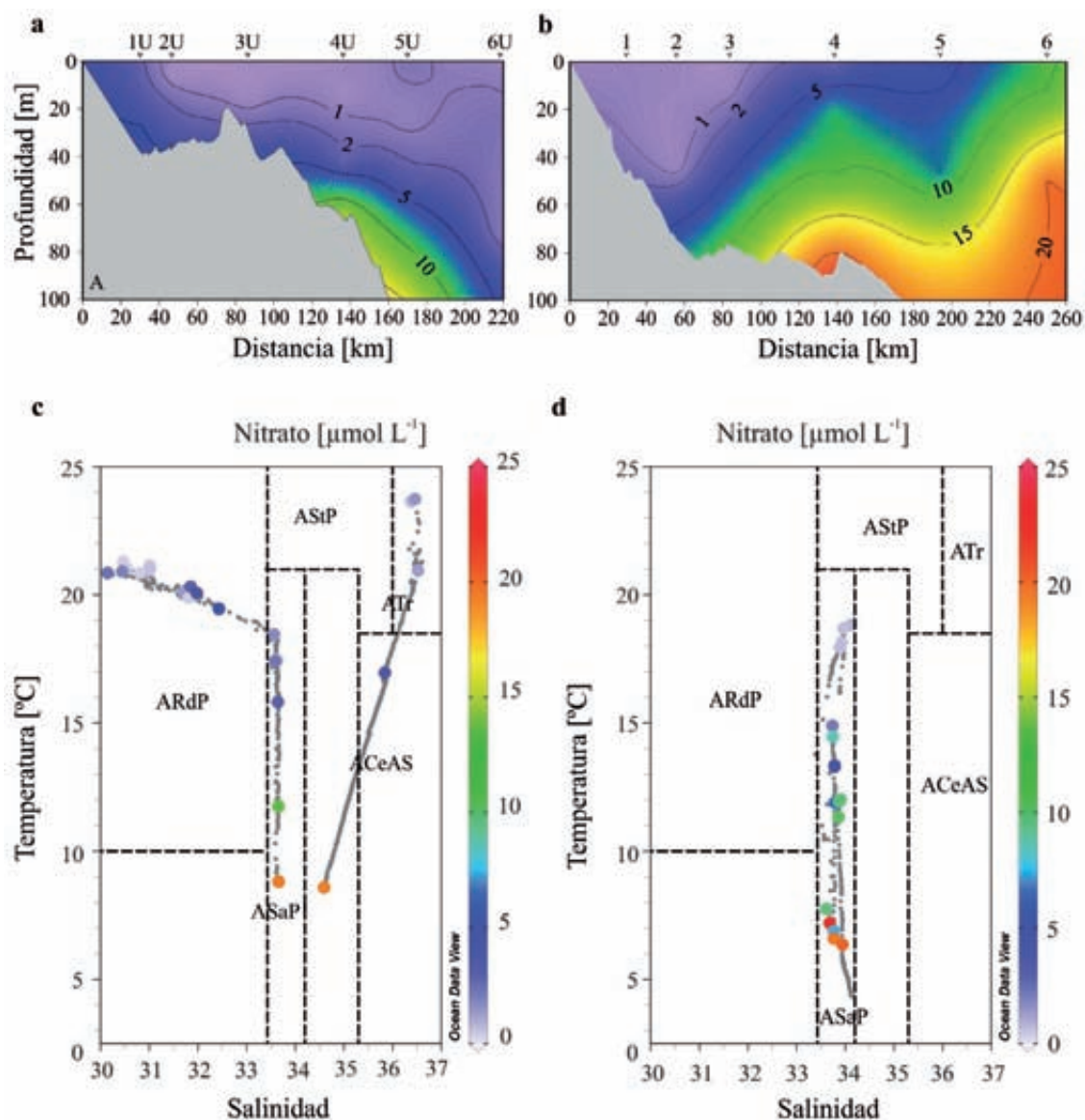


Figura 4. Distribución vertical de nitrato y diagrama TS-NO<sub>3</sub>- en las secciones COSTAL II (a y c) y COSTAL I (b y d).

### 3.3. Distribución de oxígeno disuelto, alcalinidad total y carbono inorgánico disuelto

Las estaciones de plataforma en la COSTAL II presentaron los valores más bajos tanto de AT y DIC (1931,2 y 2141,3 µmol kg<sup>-1</sup> respectivamente) como de concentración de O<sub>2</sub> (estación 1U = 121 y 110 µmol kg<sup>-1</sup> a 22 y 28 m. respectivamente) (Figura 5, a y c, y Figura 6). En las estaciones externas, 4U y 5U, se encuentran valores elevados de O<sub>2</sub> en superficie y en las aguas subyacentes (Figura 5 d). Un caso particular se observó en la estación 6U, con valores bajos de O<sub>2</sub> (157 µmol kg<sup>-1</sup>) a todas las profundidades analizadas y máximos valores de DIC y AT a 5 m. En la COSTAL I, se observó un aumento en la concentración de oxígeno disuelto (O<sub>2</sub>) desde la costa hasta el talud (de ~160 a 205 µmol kg<sup>-1</sup>),

cuya distribución vertical presenta una relación inversa con la temperatura (Figura 5 b y d). Los valores AT y DIC en todas las estaciones de la COSTAL I (5 m) fueron altos (promedios de 2256,3 y 2026,6  $\mu\text{mol kg}^{-1}$  respectivamente) (Figura 6).

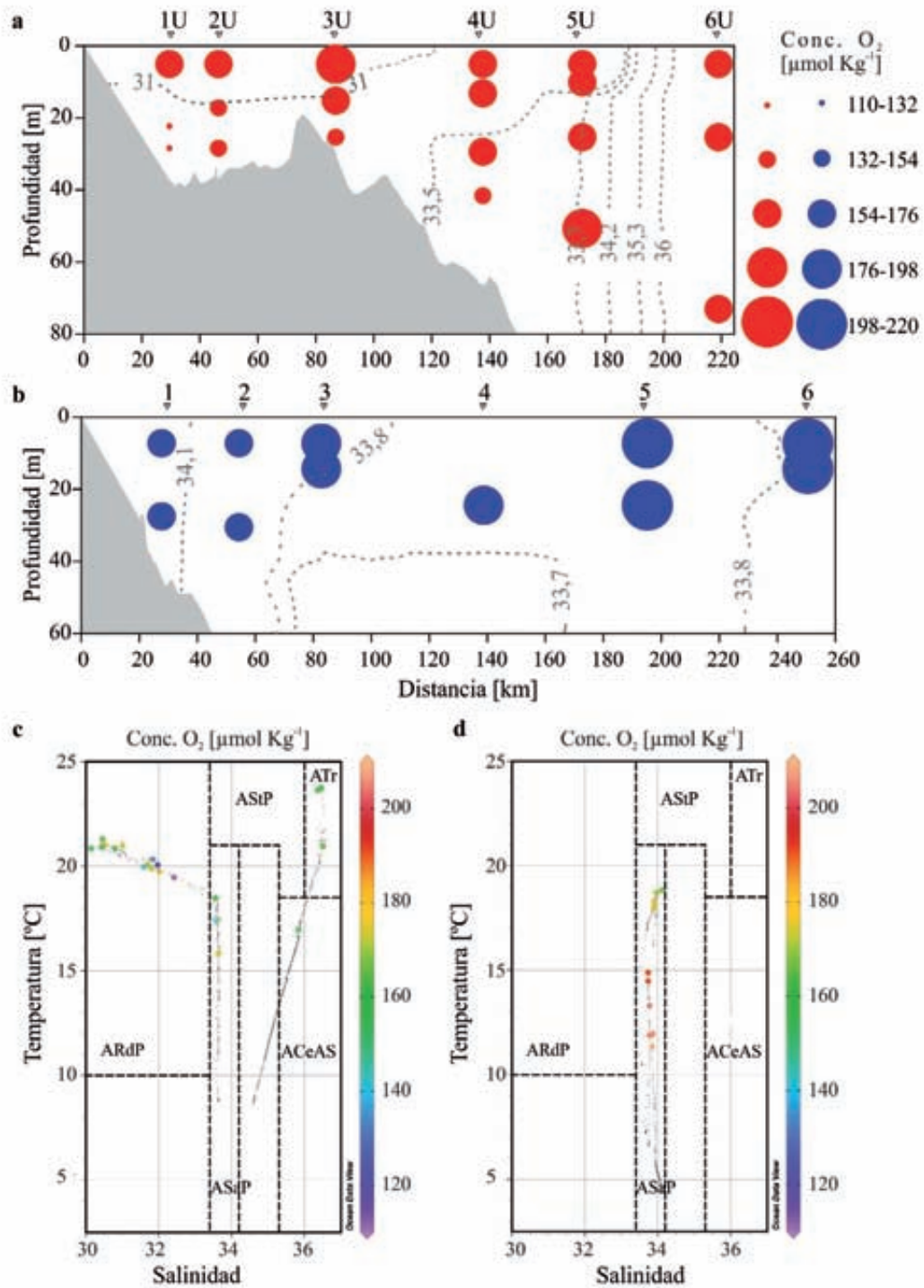


Figura 5. Distribución vertical de oxígeno disuelto y diagrama TS- $\text{O}_2$  en las secciones COSTAL II (a y c) y COSTAL I (b y d).

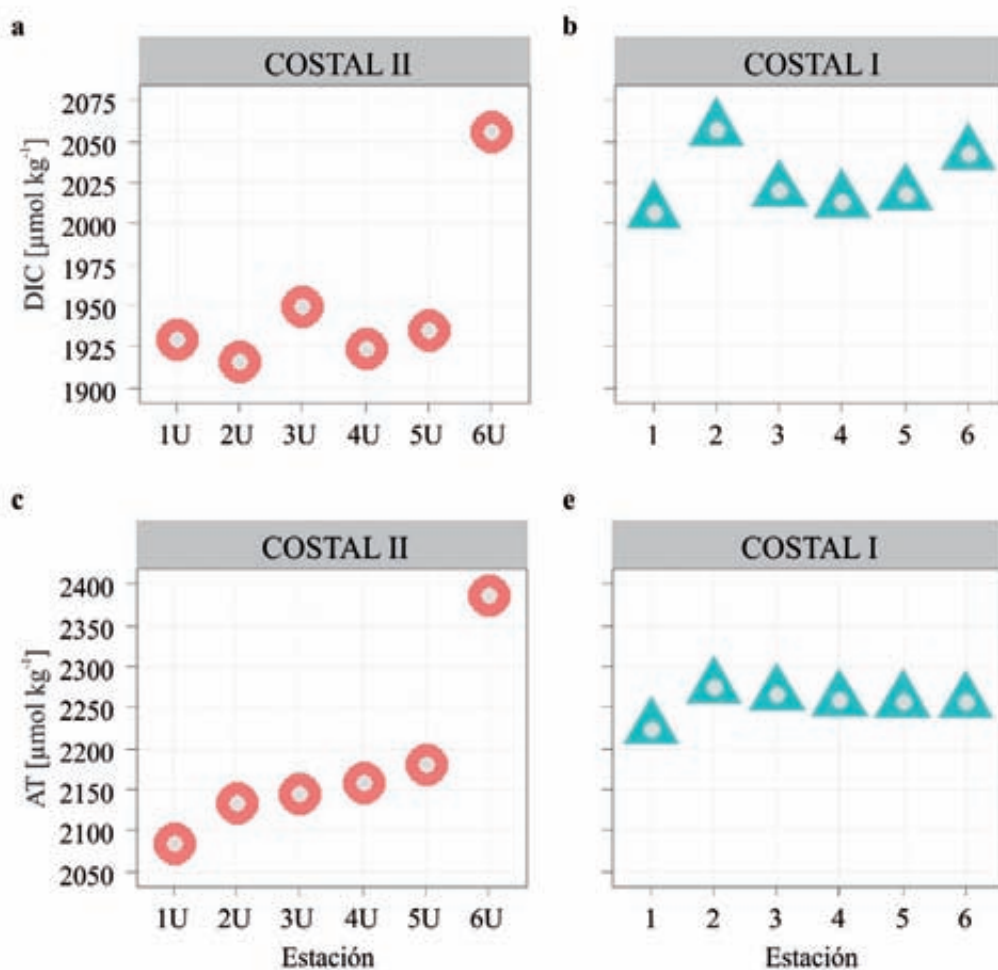


Figura 6. Alcalinidad (izquierda) y Carbono Inorgánico Disuelto (derecha) en las secciones COSTAL II y COSTAL I.

### 3.4. Caudal de aporte del Río de la Plata

Guerrero *et al.*, (2010) estimaron el máximo tiempo de traslado de la señal hidrológica desde los puertos de medición hasta la desembocadura en 44 días, por lo que se evaluó la condición de caudal a partir del 13 de febrero de 2014, 44 días previos a la fecha de realización de las estaciones de la sección COSTAL II (Figura 7). Durante ese período, el caudal de aporte fue bajo o inferior al P25 de la serie hasta el 12 de marzo de 2014, y luego normal ó entre los percentiles 25 y 75; por lo que se tuvo en cuenta una demora de entre 25 y 44 días. Entre el 4 y el 13 de marzo de 2014 no hubo apartamientos del caudal diario respecto al caudal medio ( $26,238 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ) significativos (Figura 7). Por lo cual, las variaciones de salinidad y temperatura asociadas a la descarga fluvial no obedecieron a la magnitud del caudal.

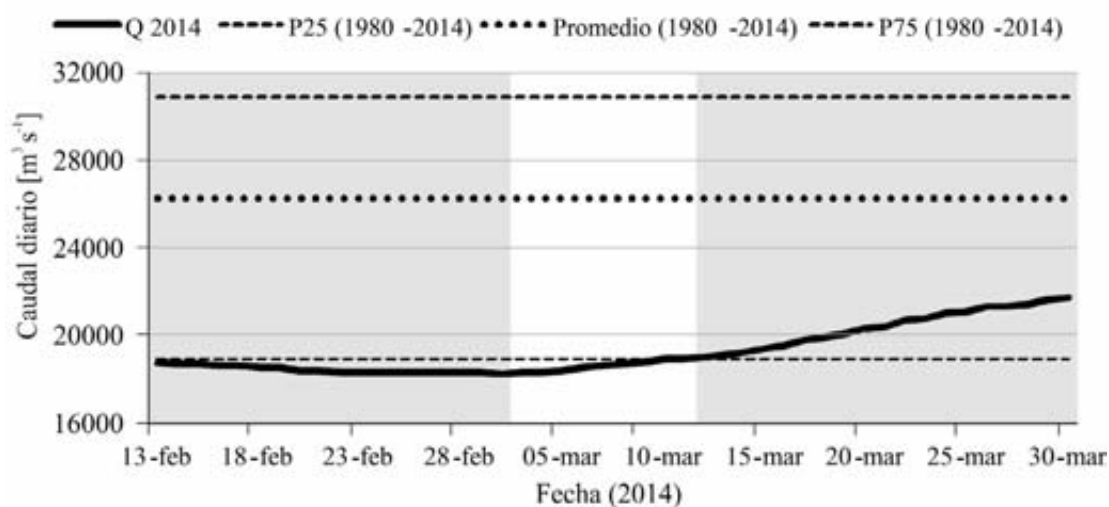


Figura 7. Serie de los caudales diarios de afluencia al Río de la Plata, provistos por la Dirección de Sistemas de Información y Alerta Hidrológico del INA. (<http://www.ina.gov.ar/alerta/index.php?alerta=3>).

### 3.5. Viento en la superficie

Durante la ejecución de la COSTAL II, el viento prevaleció del NE y del N en todas las estaciones. Los días previos la dirección también predominó del NE. Estas direcciones favorecen la extensión de la pluma de baja salinidad hacia el SE de la plataforma. La intensidad fue de apenas ventolina ( $1 \text{ m s}^{-1}$ ) el 29 de marzo durante las estaciones 4U a 6U, y de brisa ligera ( $8 \text{ m s}^{-1}$ ) el día 30 de marzo durante las estaciones 1U a 3U, estas últimas son las máximas registradas por el escaterómetro (Figuras 8 a y 9 a). Durante la COSTAL I el viento tuvo intensidad de brisa entre  $4$  y  $7 \text{ m s}^{-1}$ . En las estaciones más costeras (1 a 3) prevaleció del E, y en plataforma externa (estaciones 4 a 6) rotó al NE. Se destacó, por poco frecuente, la persistencia de vientos del SE y E durante los 2 días previos al comienzo de la sección con intensidad en disminución (Figuras 8 b y 9 b).

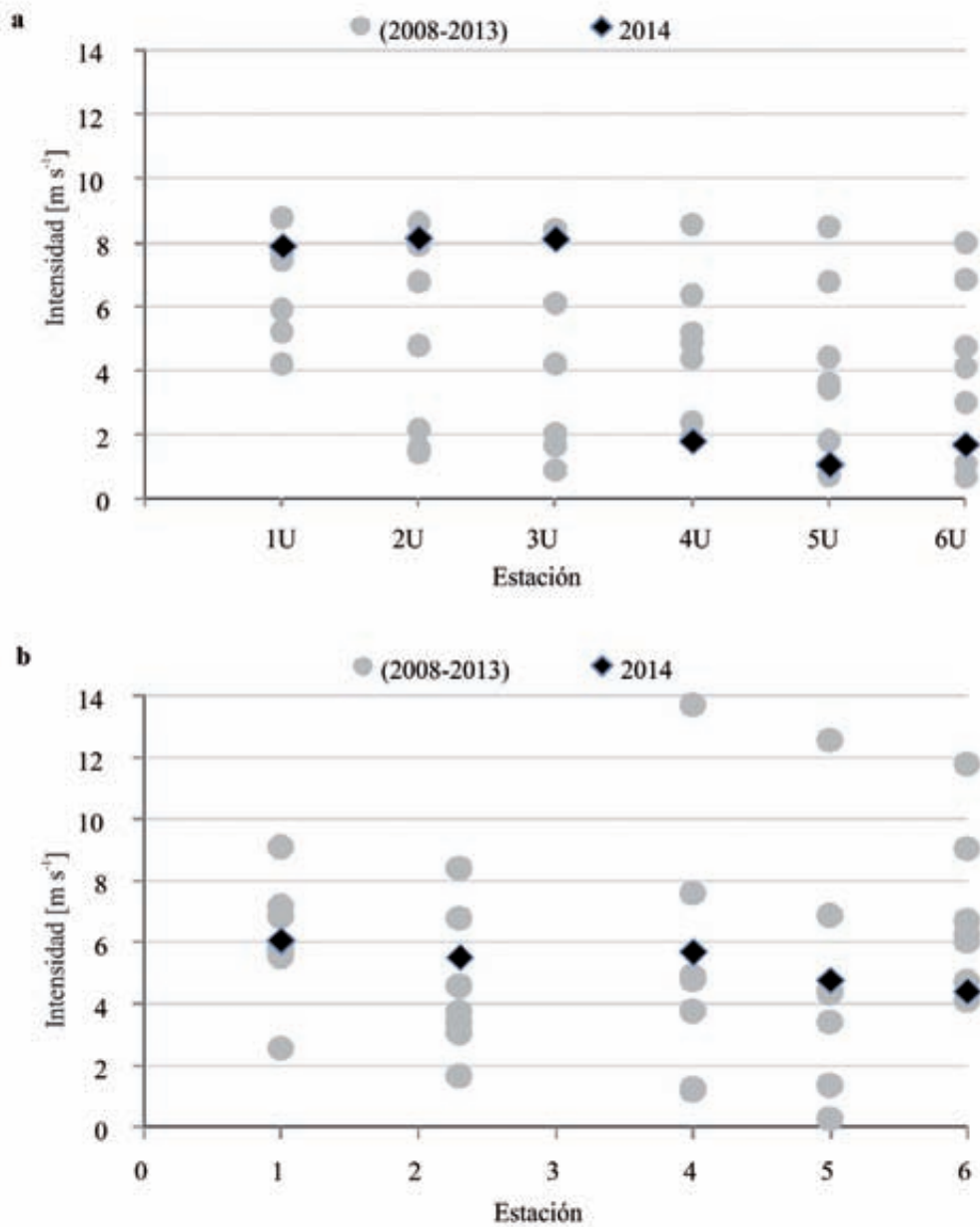


Figura 8. Intensidad viento en la superficie el día de realización de las estaciones de las secciones COSTAL II (a) y COSTAL I (b). Los rombos negros corresponden a los registros del día de la estación y los círculos grises a los de los años de operación anterior del escaterómetro ASCAT (2008-2013).

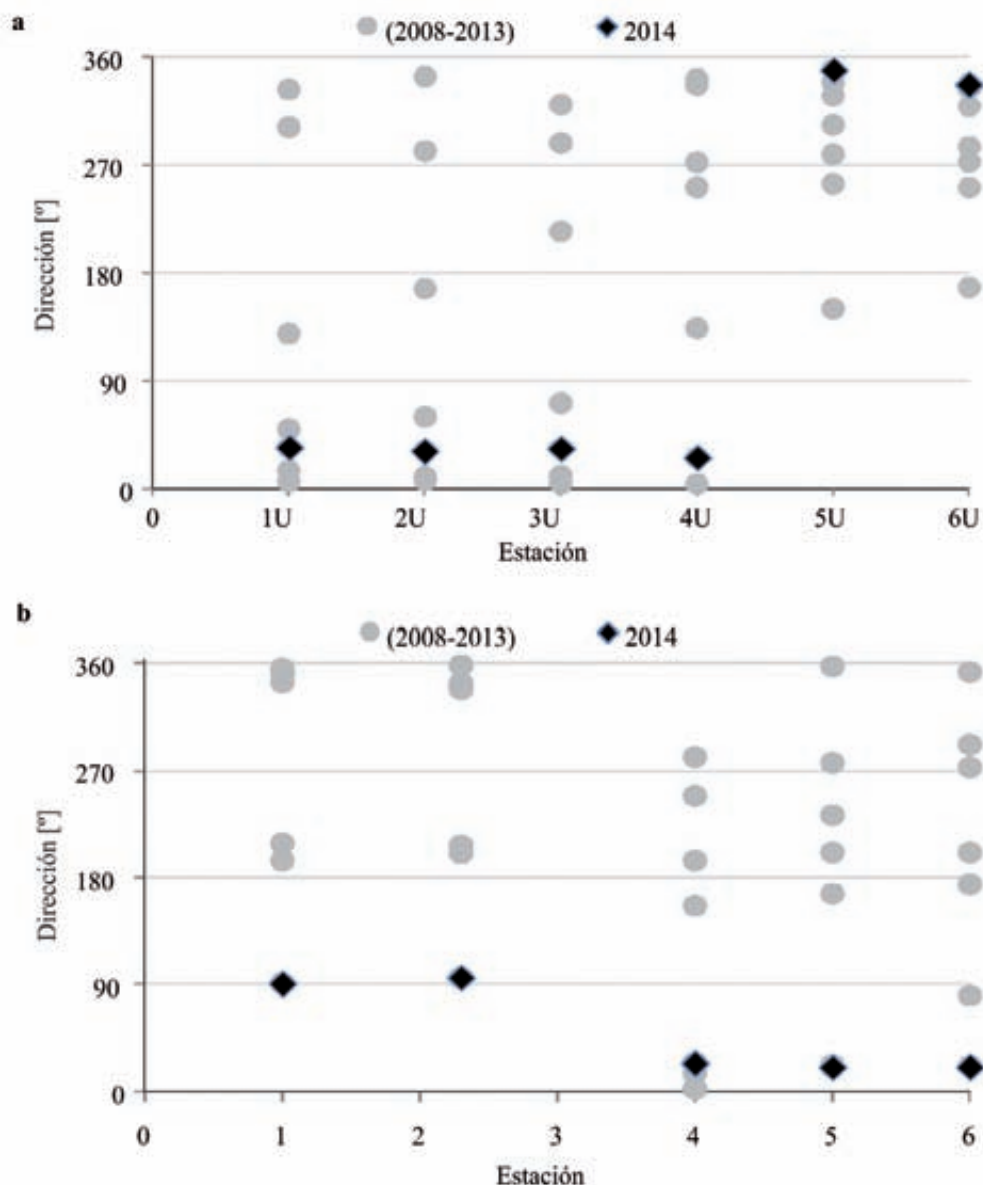
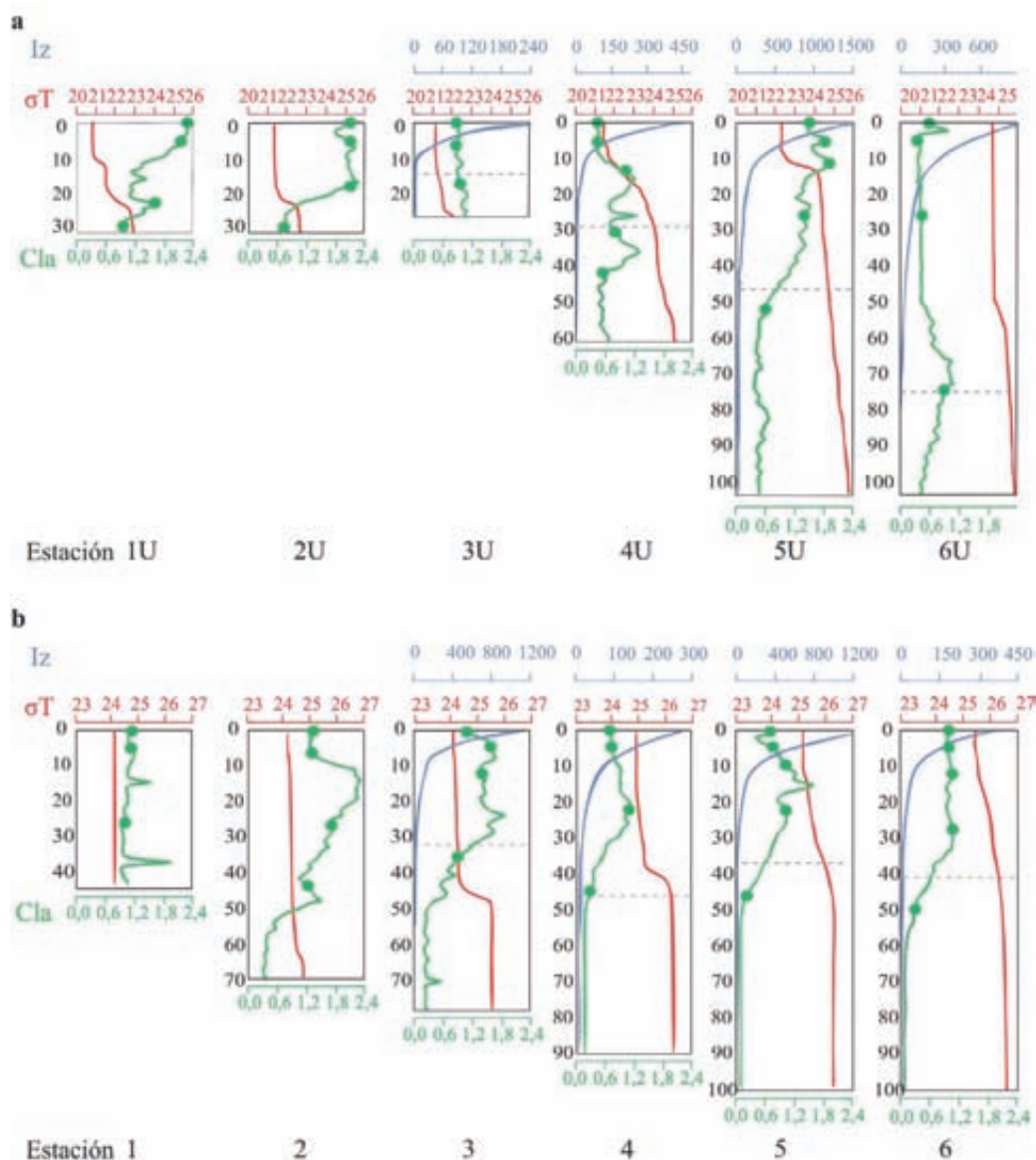


Figura 9. Dirección de procedencia del viento en la superficie el día de realización de las estaciones de las secciones COSTAL II (a) y COSTAL I (b). Los rombos negros corresponden a los registros del día de la estación y los círculos grises a los de los años de operación anterior del escaterometro ASCAT (2008-2013).

### 3.6. Condiciones bio-ópticas

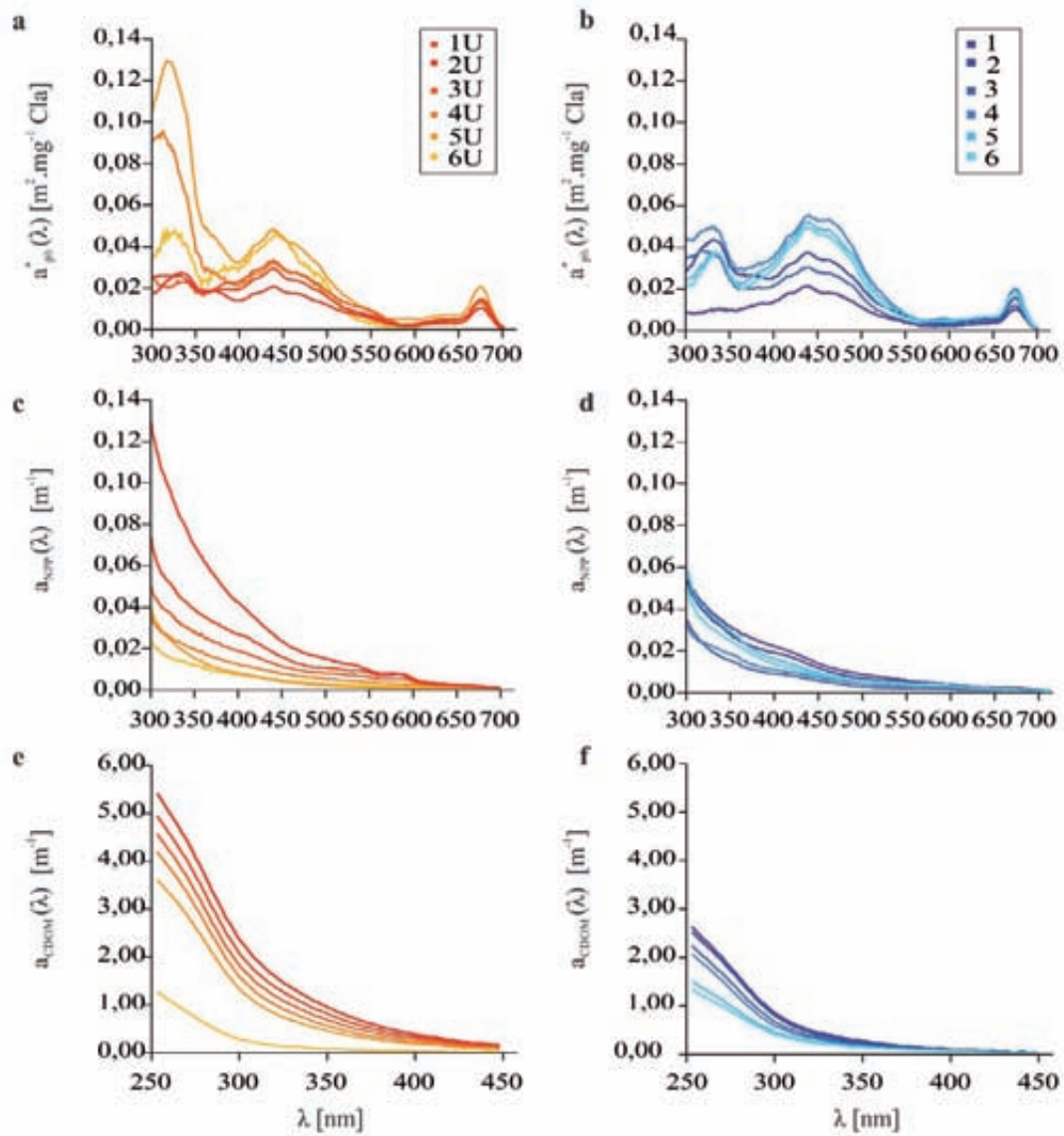
En la COSTAL II, la  $Z_{EU}$  resultó relativamente profunda por debajo de la capa de mezcla, esta última evidenciada por el cambio en el perfil de densidad (Figura 10), siendo muy clara la disminución de la profundidad de la  $Z_{EU}$  hacia la costa. Un ejemplo típico de aguas oligotróficas se ve en la estación 6U, donde la  $Z_{EU}$  se ubicó por debajo de 70 m y el máximo de concentración de Cla se encontró cercano a esa profundidad. Esta situación ambiental ejemplifica la existencia de un compromiso entre la necesidad de recibir un mínimo de luz y una mínima disponibilidad de nutrientes para el desarrollo del fitoplancton. En cuanto a la COSTAL I, la  $Z_{EU}$  se ubicó en promedio a 40 m.





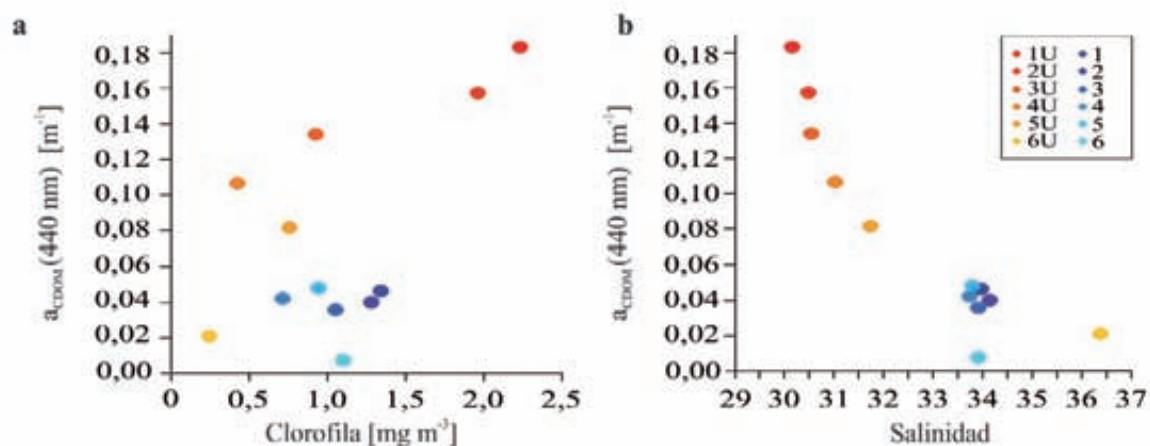
**Figura 10.** Perfiles de irradiancia (IZ, azul) en  $\mu\text{mol quanta}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , concentración de clorofila (Cla, verde) en  $\text{mg m}^{-3}$  y densidad (Sigma T, rojo) para cada una de las estaciones de la COSTAL II (a) y de la COSTAL I (b). La determinación de IZ no se realizó en las dos estaciones más costeras de ambas de secciones debido a la alta cobertura de nubes. La línea punteada azul indica la ZEU. Los puntos verdes sobre el perfil de clorofila indican las concentraciones determinadas por espectrofluorometría.

El coeficiente de absorción específico del fitoplancton,  $a_{\text{ph}}^*(440)$ , tuvo valores promedio de 0,044 y 0,032  $\text{m}^2\text{mg}^{-1}\text{Cla}$  en la COSTAL I y II respectivamente, indicando una alta eficiencia de absorción (Figura 11 a y b) en congruencia con la abundancia de fitoplancton de pequeño tamaño (Figura 18). Los espectros de absorción del NPP mostraron mayores valores en las estaciones 1U y 2U que en el resto de las estaciones (Figura 11 c y d). Hubo una tendencia tanto en el  $a_{\text{NPP}}(440)$  como en el CDOM,  $a_{\text{CDOM}}(\lambda)$ , a disminuir desde la costa hacia el talud en ambas secciones (Figura 11 e y f). En la COSTAL II, la absorción del CDOM fue significativamente alta en relación con la absorción del fitoplancton y el material particulado en suspensión. Por ejemplo, en la estación 4U, el  $a_{\text{CDOM}}(440)$  fue dos veces mayor que el del fitoplancton.



**Figura 11.** Espectros del coeficiente de absorción específico del fitoplancton ( $a^*_{ph}(\lambda)$ , a y b), del NPP ( $a_{NPP}(\lambda)$ , c y d) y del CDOM ( $a_{CDOM}(\lambda)$ , e y f) para la COSTAL II (izquierda) y la COSTAL I (derecha). El gradiente de colores de más oscuro a más claro se corresponde con la distancia a la costa para ambas secciones (rojos = COSTAL II, azules = COSTAL I). Notar el cambio en las unidades en el eje y.

Se estudiaron las relaciones entre la absorción del CDOM a 440 nm con la concentración de  $Cl_a$  y la salinidad en ambas secciones. Si bien el número de muestras no permite hacer análisis estadísticos, los resultados sugieren que en la COSTAL II el  $a_{CDOM}(440)$  guarda una fuerte relación inversa con la salinidad y una relación positiva con la concentración de  $Cl_a$ . En cambio, en la COSTAL I no se observa patrón alguno en ninguno de los dos casos (Figura 12).



**Figura 12.** Distribución del coeficiente de absorción del CDOM a 440 nm  $a_{\text{CDOM}}(440)$  con a) la concentración de  $\text{Cl}_T$  y b) la salinidad. El gradiente de colores de más oscuro a más claro se corresponde con la distancia a la costa para ambas secciones (rojos = COSTAL II, azules = COSTAL I).

En la figura 13 se muestran para cada sección los perfiles de la distribución de la concentración de  $\text{Cl}_T$  (Figura 13 a y b) y de  $\text{Cl}_{<5}$  (Figura 13 c y d). En la COSTAL II, la concentración de  $\text{Cl}_T$  fue mayor en la zona costera y disminuyó progresivamente hacia el talud. La concentración máxima de  $\text{Cl}_T$  se registró en la estación 1U y fue de  $2,2 \text{ mg m}^{-3}$ . No obstante, en la estación 5U se registró un incremento relativo tanto en superficie como en los primeros 20 m, el cual desapareció antes de la estación 6U. En función de lo revelado por la distribución de la  $\text{Cl}_{<5}$  (Figura 13 c), el incremento de  $\text{Cl}_T$  en la estación 5U se debe a células de fitoplancton grandes (principalmente diatomeas y dinoflagelados del microfitoplancton, ver Figura 16), mientras que en la costa prevalecieron las células pequeñas (ultrafitoplancton, ver Figura 18). En la COSTAL I observamos mayor persistencia de valores altos de  $\text{Cl}_T$  a lo largo de la plataforma en la superficie (Figura 13 b). Se observa una concentración elevada debida a la fracción  $<5 \mu\text{m}$  en la estación 2 en profundidad (correspondientes a diversos grupos del ultrafitoplancton, ver Figura 18). Nuevamente en la estación 6 se observaron valores altos en la concentración de  $\text{Cl}_T$ , también debidos casi en su totalidad a células pequeñas representantes de diversos grupos del ultrafitoplancton, ver Figura 18).

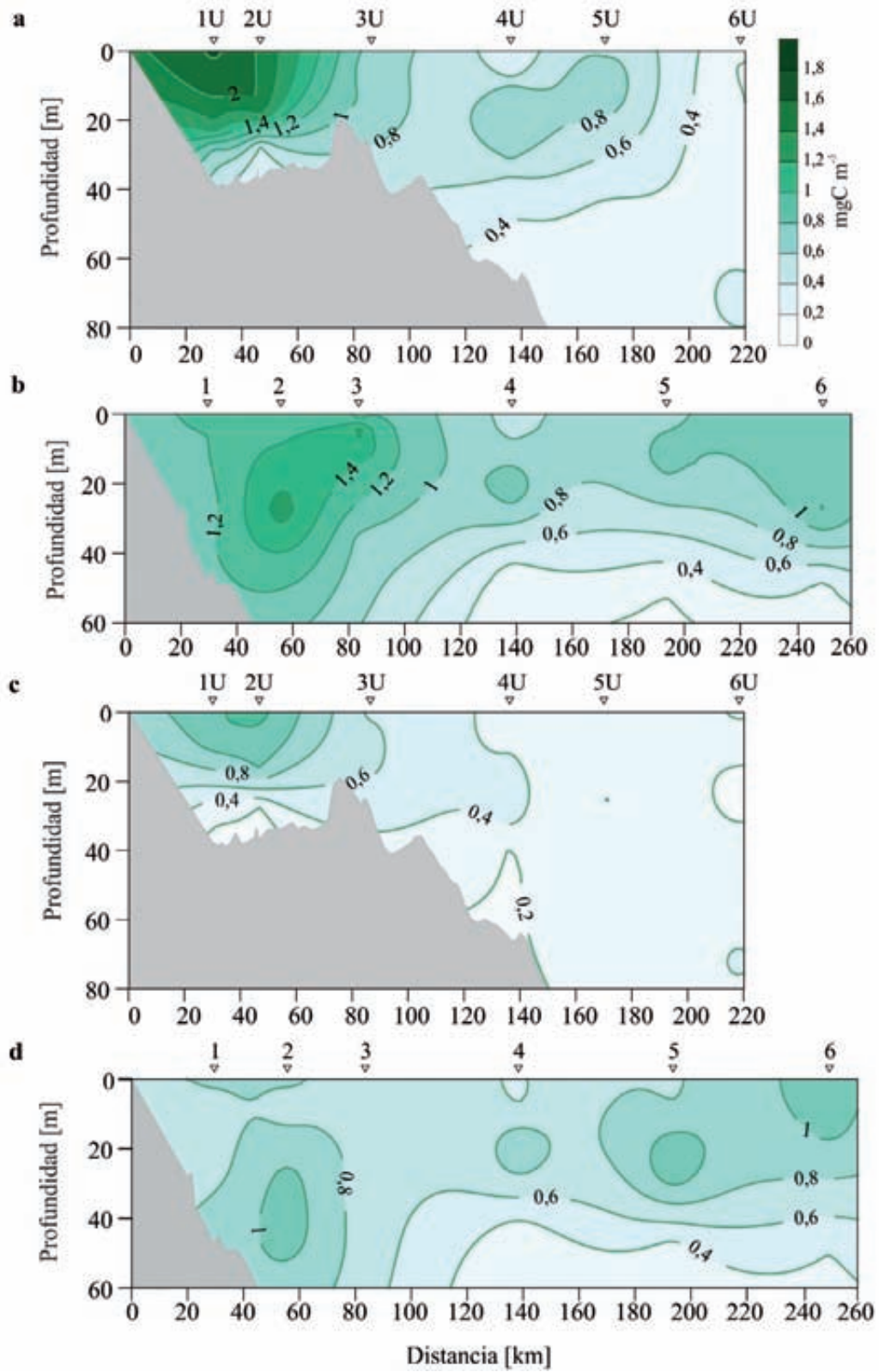


Figura 13. Distribución de la concentración de Chl<sub>a</sub> (a y b) y Chl<sub>a<sub>cs</sub></sub> (c y d) para la COSTAL II y la COSTAL I.

### 3.7. Pigmentos por HPLC

El análisis por HPLC de la composición pigmentaria de las poblaciones fitoplanctónicas del área permitió la identificación de un total de 29 pigmentos entre clorofilas y carotenoides (Figura 14). La concentración máxima de Cl a fue de  $1,851 \text{ mg m}^{-3}$  (promedio:  $0,755 \pm 0,52 \text{ mg m}^{-3}$ ) mientras que la Cl b presentó un valor máximo de  $0,208 \text{ mg m}^{-3}$  (promedio:  $0,088 \pm 0,06 \text{ mg m}^{-3}$ ). En coincidencia con los niveles de clorofila medidos por espectrofluorometría las máximas concentraciones se detectaron en las estaciones costeras de la COSTAL II, 1U y 2U, mientras que desde la estación 3U a la 6U son bajos (máximo  $0,75 \text{ mg m}^{-3}$ , mínimo  $0,028 \text{ mg m}^{-3}$ ). En este estudio es notable la presencia de divinil clorofila a (DV-Cl a) en la estación más externa de COSTAL II, 6U (Figura 14 a). Es importante aclarar que la concentración de Cl b, pigmento dominante en las algas verdes, detectado en esta estación es la suma de DV-Cl b + Cl b, pues el método de análisis utilizado no separa estas clorofilas. La comunidad fitoplanctónica en la estación 6U se diferencia claramente por la presencia de DV-Cl a, marcador inequívoco de la cianobacteria *Prochlorococcus*, y por la ausencia de otros pigmentos frecuentes en las estaciones de esta sección como fucoxantina y peridina, marcadores de diatomeas y dinoflagelados, respectivamente. La clorofila Cl c1, marcador de diatomeas tipo 3, aunque también presente en algunas haptofitas, sólo fue detectado en las estaciones 1U y 2U lo que indica la presencia de un grupo fitoplanctónico ausente en el resto del área estudiado. Las más altas concentraciones de zeaxantina, pigmento marcador de cianobacterias y también presente en otros grupos (ej.: rodofitas, clorofitas, crisofitas) fueron detectadas en la estación 3U (15 m,  $0,420 \text{ mg m}^{-3}$ ) y en la estación 2U (0-5 m,  $0,140 - 0,132 \text{ mg m}^{-3}$ , respectivamente).

Diferencias en los grupos pigmentarios se notaron en las dos secciones en la plataforma; la presencia de 19'hexanoiloxifucoxantina (hexfuco) y Cl c3 indican la importancia del grupo haptofitas a lo largo de toda COSTAL I. Además, se detectaron en algunas estaciones de esta sección otros pigmentos accesorios que indican una importante diversidad dentro de este grupo Cl c2-MGDG [18/14], Cl c2-MGDG [14/14] (la suma de estos pigmentos se denomina "Cl c2 hopto" en la figura 14 b) y MV-Cl c3, sólo detectado en la estación 4. Estos pigmentos corresponden dentro de la clasificación de Zapata et al. (2004) a las haptofitas tipo 6 y 7, cuyos ejemplares típicos son *Emiliana huxleyi* y *Chrysochromulina camella*. El pigmento 19'butanoiloxifucoxantina (butfuco), marcador de pelagofitas, dictiocoficeas y presente también en algunas haptofitas, se detectó en casi todas las estaciones de la COSTAL I alcanzando las mayores concentraciones en las estaciones 5 y 6 mientras que estos dos grupos de pigmentos marcadores no fueron detectados en la sección norte. Las mayores concentraciones de peridina se registraron en las estaciones 2 y 3 (estación 2 0 m,  $0,167 \text{ mg m}^{-3}$ ) coincidiendo con importantes concentraciones de fucoxantina ( $0,20-0,125 \text{ mg m}^{-3}$ ). El pigmento alloxantina, marcador inequívoco de criptofitas, se detectó en las estaciones 1 y 6 en un rango de concentración de  $0,081-0,035 \text{ mg m}^{-3}$ .

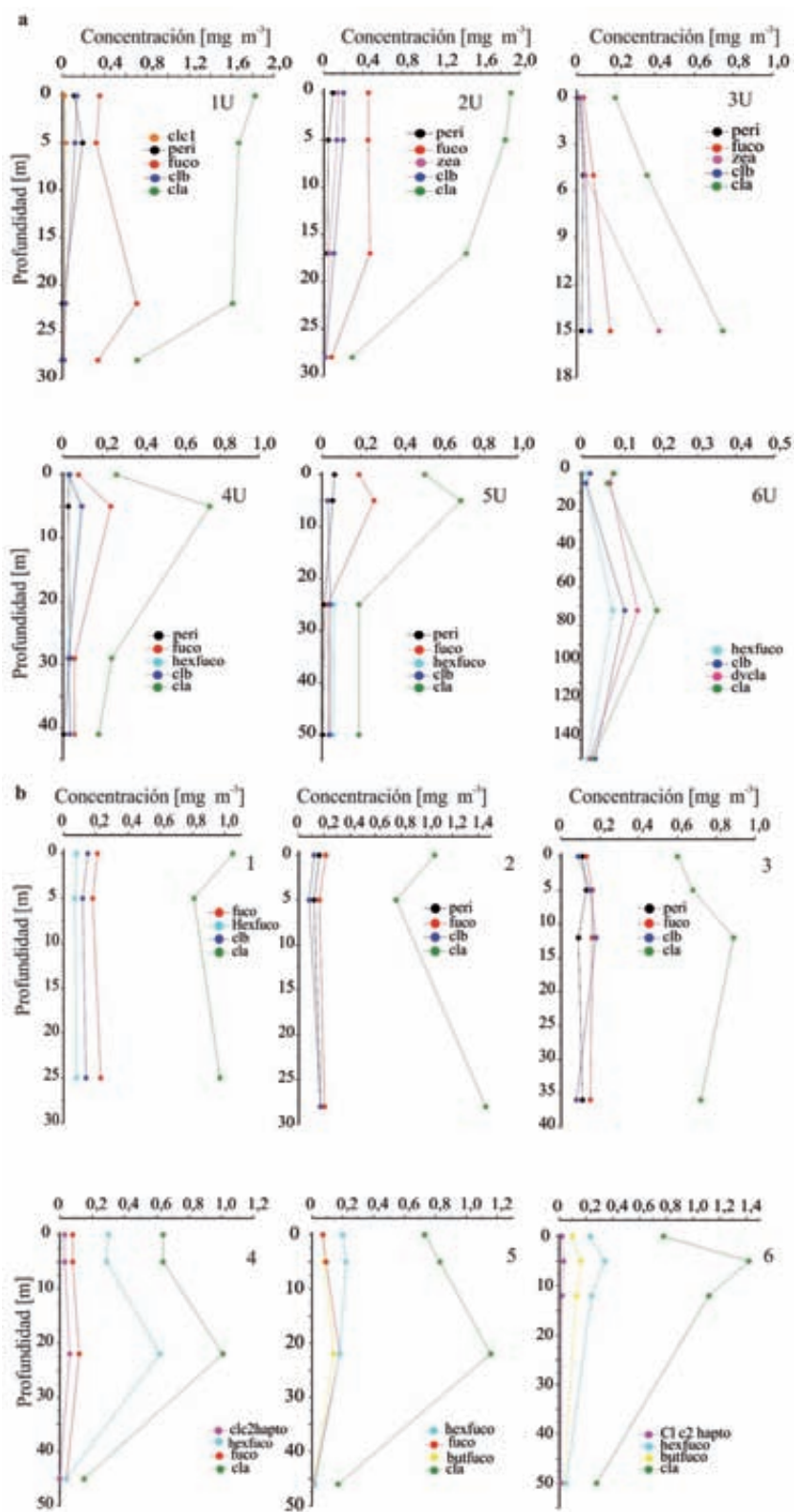
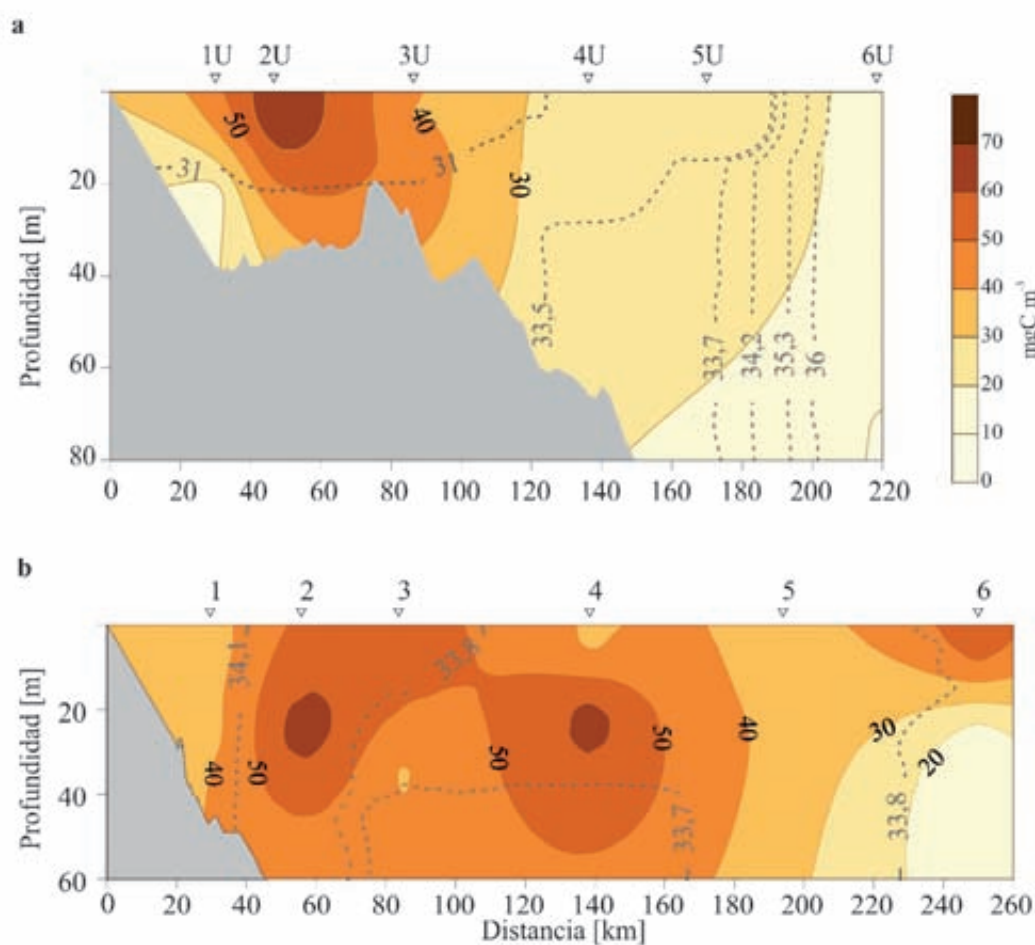


Figura 14. Distribución vertical de los principales pigmentos ( $\text{mg m}^{-3}$ ) detectados por HPLC en cada una de las estaciones de la COSTAL II (a y b) y COSTAL I (c y d).

### 3.8. Fitoplancton

En la sección COSTAL II los valores de biomasa del fitoplancton oscilaron entre 9,64 y 68,76 mg C m<sup>-3</sup> correspondientes a las muestras de las estaciones 6U (72 m) y 2U (5 m) respectivamente (Figura 15 a). En la COSTAL I, el valor más alto, 66,55 mg C m<sup>-3</sup>, se registró en la estación 2 (25 m) y las menores concentraciones 10,59 mg C m<sup>-3</sup> en la 6 (28 m) (Figura 15 b). Si bien el rango de valores es similar en ambas secciones, la distribución espacial presenta particularidades en cada una de ellas: en la sección de Uruguay, las mayores concentraciones se limitan a las estaciones costeras, 1U-3U, mientras que en la sección de Argentina se ubican en las estaciones 2 y 4, principalmente en capas profundas, y además, en superficie en la estación 6.



**Figura 15.** Distribución de la biomasa del fitoplancton total (mg C m<sup>-3</sup>) en la COSTAL II (a) y la COSTAL I (b).

### 3.8.1. Microfitoplancton

En la sección COSTAL II el microfitoplancton presentó valores de biomasa que oscilaron entre 0,15 (6U-72 m) y 10,6 mg C m<sup>-3</sup> (5U-5 m), siendo las diatomeas el grupo predominante. Las especies más importantes fueron *Thalassionema frauenfeldii* en las estaciones más costeras (1U-3U), y en las capas superficiales de las estaciones 4U y 5U donde alcanzaron las mayores biomásas, las principales especies fueron *Pseudosolenia calcar-avis*, *Pseudo-nitzschia* spp (complejos "seriata" y "pseudodelicatisima") y *Leptocylindrus danicus*. La estación 6U prácticamente no presentó organismos microplanc-tónicos estando dominada por organismos de menor tamaño.

En la COSTAL I, en general, esta fracción mostró los menores valores de biomasa de las tres fracciones consideradas, con un rango entre 14,21 mg C m<sup>-3</sup> (2-25 m) y concentraciones nulas o insignificantes en las estaciones 5 y 6. Las especies más importantes fueron *Neoceratium fusus* y *L. danicus*. En este caso también hay una distribución diferente de la biomasa, ocupando aguas superficiales de plata-forma externa en la COSTAL II, y a profundidades medias en un sector más costero en la COSTAL I.

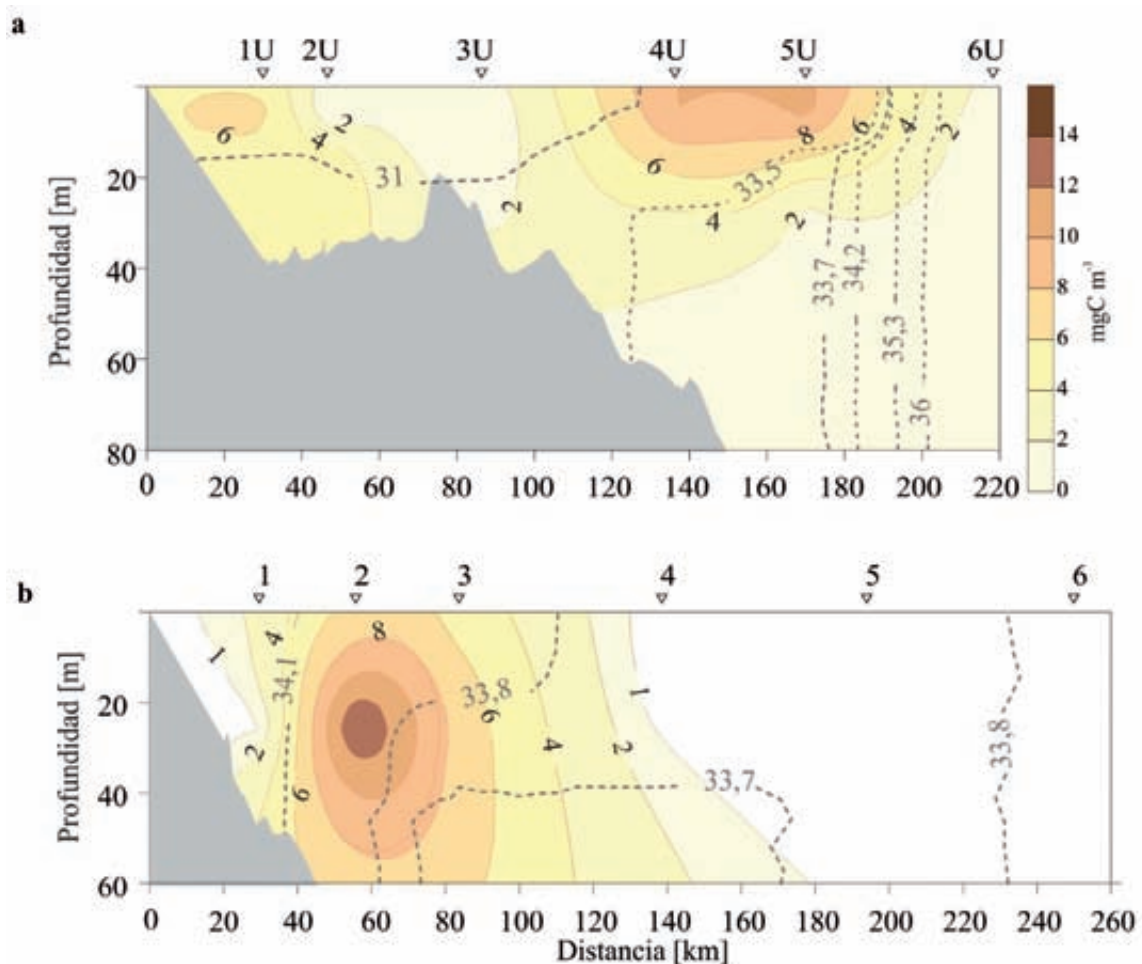


Figura 16. Distribución de la biomasa del microfitoplancton (mg C m<sup>-3</sup>) en la COSTAL II (a) y la COSTAL I (b).



### 3.8.2. Nanofitoplancton

En la COSTAL II los valores de biomasa oscilaron entre 0,80 (5U-5 m) y 3,02 mg C m<sup>-3</sup> (3U-5 m) siendo la fracción que presentó, en promedio, el menor valor de las tres fracciones (Figura 17 a). Las especies más importantes fueron *Gephyrocapsa oceanica* y *Dictyocha fibula*. En la sección COSTAL I el rango de valores fue de 0,80 (estación 5-25 m) a 14,80 mg C m<sup>-3</sup> (estación 4-5 m), siendo el cocolitofofórido *E. huxleyi* la especie más importante (Figura 17 b).

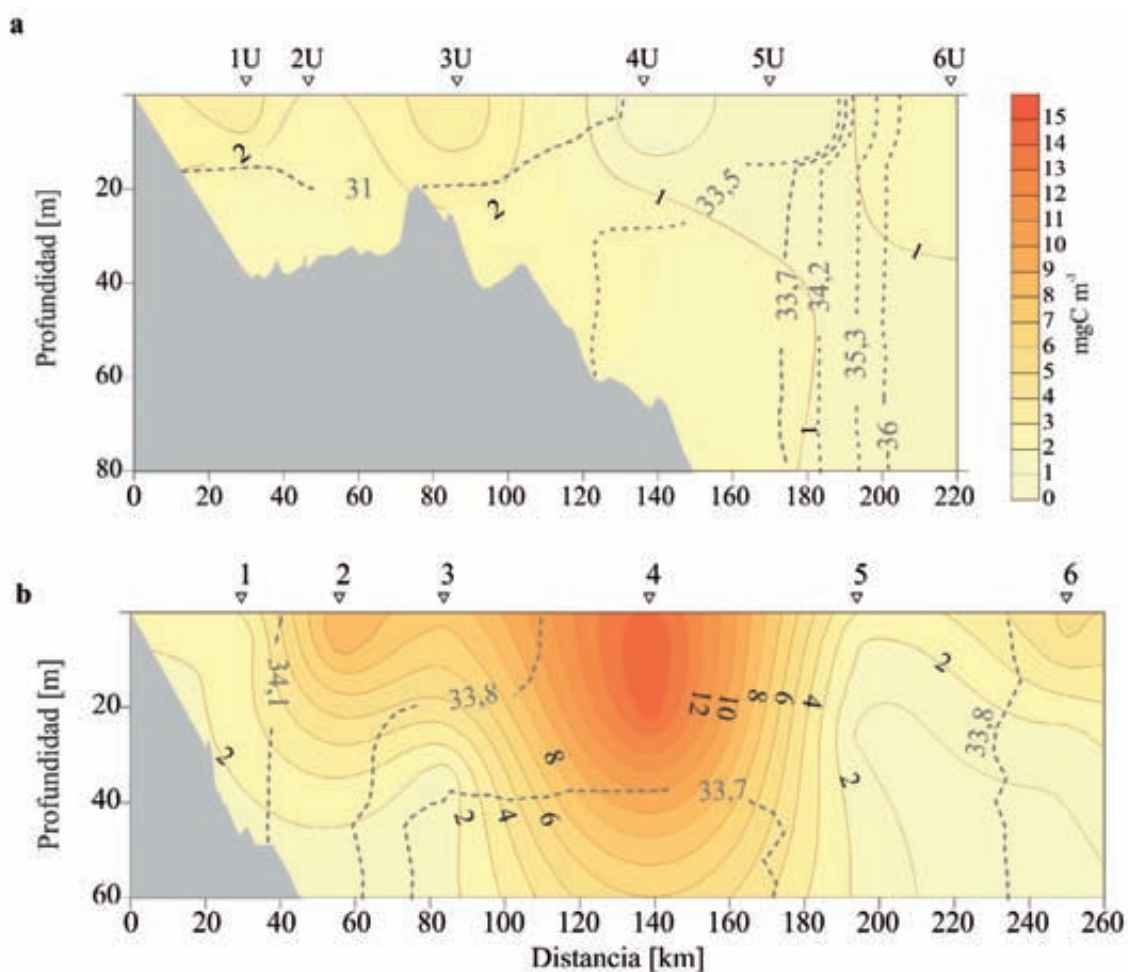


Figura 17. Distribución de la biomasa del nanofitoplancton (mg C m<sup>-3</sup>) en la COSTAL II (a) y la COSTAL I (b).

### 3.8.3. Ultrafitoplancton

En la sección COSTAL II los valores de biomasa de esta fracción presentaron un rango entre 8,77 (6U - 72 m) y 66,53 mg C m<sup>-3</sup> (2U - 5 m), destacándose *Synechococcus* como el mayor contribuyente, particularmente en las estaciones 2U y 3U. Si bien no son importantes por su aporte a la biomasa, en la estación 6U se registraron varias especies de cocolitofóridos (Figura 18 a). En la COSTAL I las concentraciones oscilaron entre 9,22 (estación 6 - 28 m) y 52,13 mg C m<sup>-3</sup> (estación 6 - 5 m). En esta sección, las mayores biomásas las aportan haptofitas no calcáreas, picofitoeucariotas y *Synechococcus* (Figura 18 b).

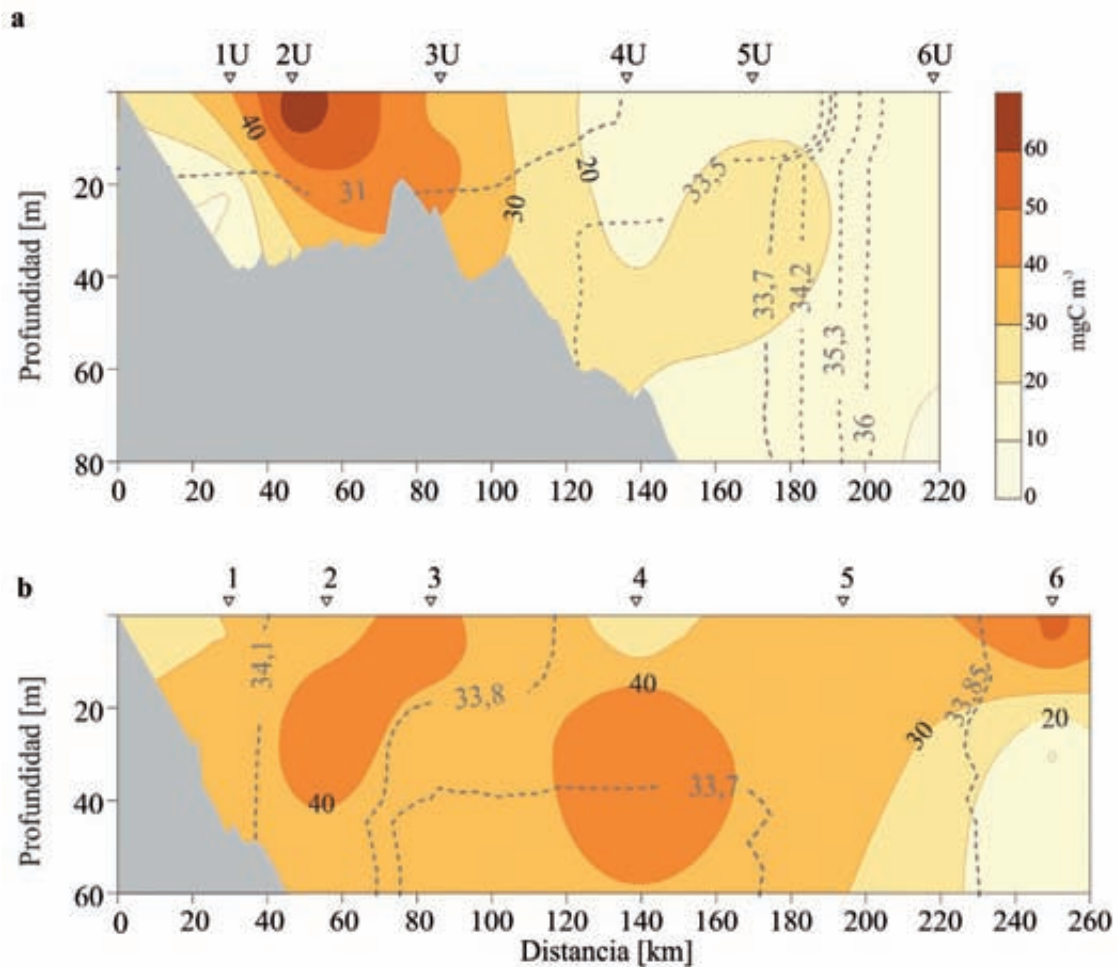


Figura 18. Distribución de la biomasa del ultrafitoplancton (mg C m<sup>-3</sup>) en la COSTAL II (a) y la COSTAL I (b).

### 3.9. Bacterioplancton

El bacterioplancton mostró un rango entre 6 y 47,62 mg C m<sup>-3</sup> en el área de estudio. Se observaron diferencias en la distribución espacial de la biomasa bacteriana a lo largo de la COSTAL II entre ambos niveles estudiados. Las mayores biomásas (> 43 mg C m<sup>-3</sup>) se encontraron en profundidad de las estaciones más cercanas a la costa (Figura 19 a). En cambio, en la COSTAL I, no registró grandes variaciones entre ambos niveles estudiados, excepto para la estación 5 donde alcanzó el máximo valor (47,62 mg C m<sup>-3</sup>) a los 5 m (Figura 19 b).

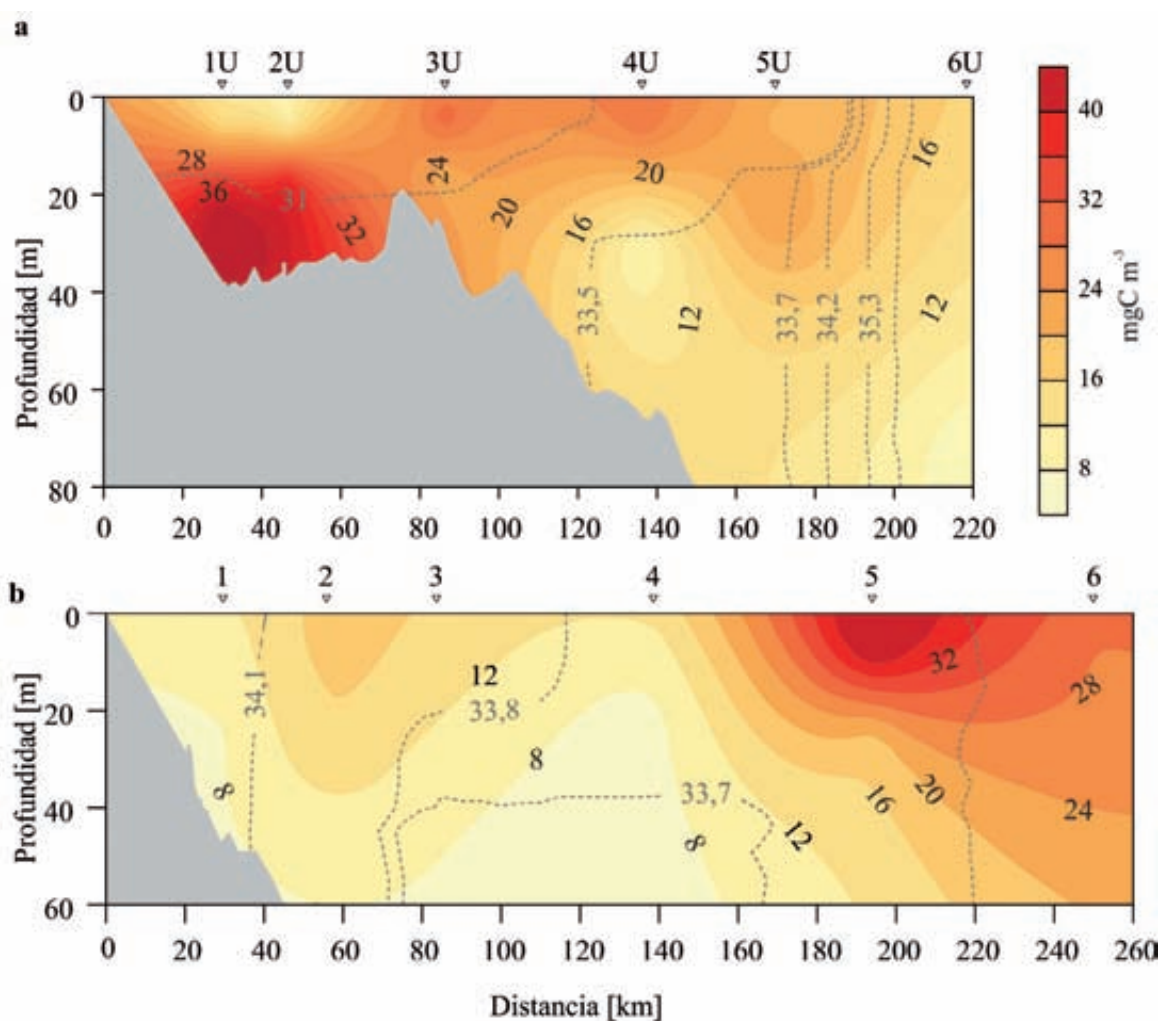


Figura 19. Distribución de la biomasa del bacterioplancton (mg C m<sup>-3</sup>) en la COSTAL II (a) y la COSTAL I (b).

### 3.9.1. Bacterias degradadoras de hidrocarburos

La Figura 20 muestra los valores del número de bacterias degradadoras de hidrocarburos en cada una de las estaciones de muestreo. Los mayores valores estimados en los recuentos (del orden de 10<sup>5</sup>) se asocian a zonas adyacentes a la costa, que se encuentran más afectadas por la contaminación proveniente de la industria petroquímica, de las destilerías y de la actividad portuaria.

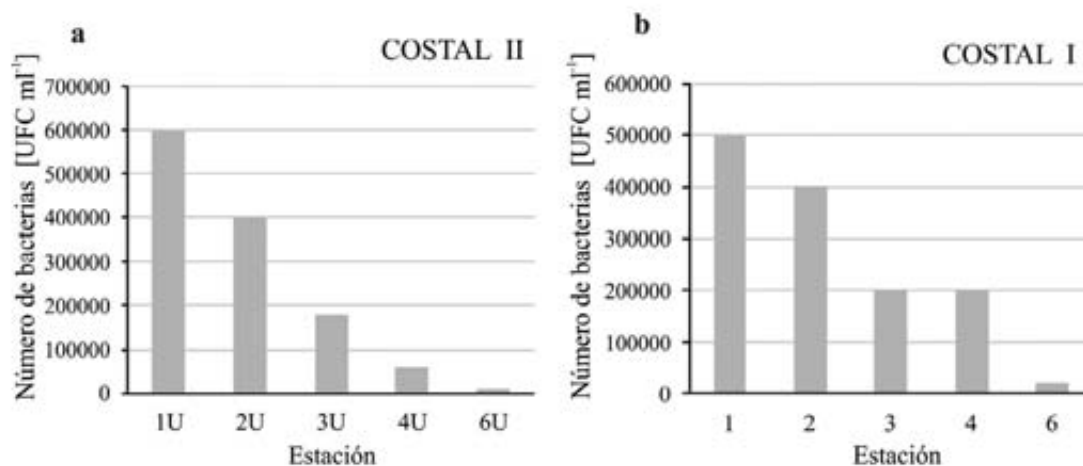


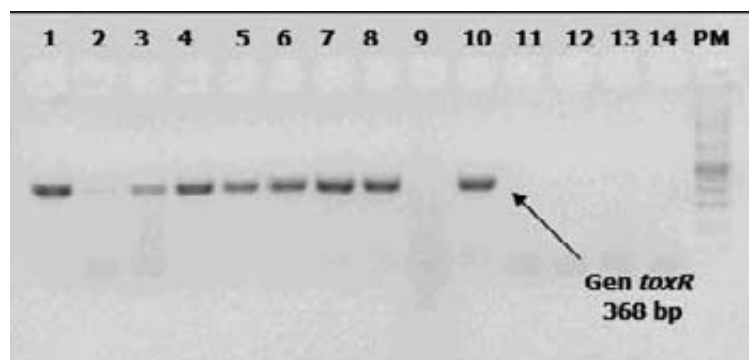
Figura 20. Distribución de las bacterias degradadoras de hidrocarburos en las estaciones del muestreo de COSTAL II (a) y I (b).

### 3.9.2. Bacterias potencialmente patógenas (*Vibrio* spp.)

Fueron recuperados 123 aislamientos presuntivos de *V. cholerae*, *V. parahaemolyticus* y *V. vulnificus*. En la COSTAL II, de 17 aislamientos de agua, 4 resultaron *V. parahaemolyticus*, y de los 68 de sedimento, 43 fueron identificados como *V. parahaemolyticus*. Se confirmó la presencia del gen *toxR*, especie-específico de *V. parahaemolyticus* (Figura 21), mientras que no fueron hallados aislamientos toxigénicos (ausencia de los genes *tdh* y *trh*). No fue detectado *V. cholerae* ni *V. vulnificus*. Los resultados de cuantificación se detallan en la Tabla 2: se hallaron valores entre 200 y 370 ufc g<sup>-1</sup> de *V. parahaemolyticus* en sedimento, en la sección COSTAL II. La temperatura y salinidad donde fueron hallados aislamientos positivos oscilaron entre 19,44 a 21,29°C y 30,14 a 32,43, respectivamente. En la COSTAL I se obtuvieron 9 aislamientos de agua y 29 de sedimento, en los que no fueron detectados *V. cholerae*, *V. parahaemolyticus* ni *V. vulnificus*.

Tabla 2. Cuantificación de *Vibrio parahaemolyticus*.

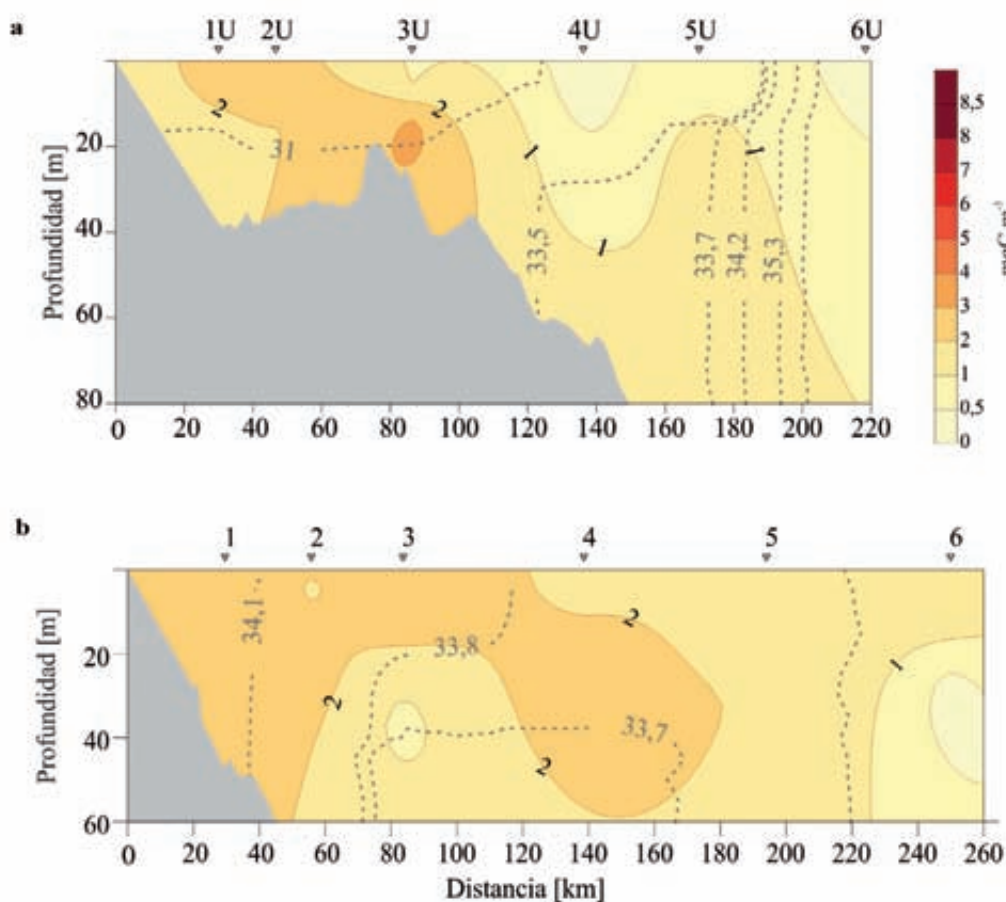
Costal II		Costal I	
Estación	UFC g <sup>-1</sup>	Estación	UFC g <sup>-1</sup>
1u	370	1	<10
2u	300	2	<10
3u	200	3	<10
5u	<10	5	<10



**Figura 21.** Fotografía de gel de electroforesis de PCR *V. parahaemolyticus* (gen *toxR* 368 pb) en sedimento. 1-8: Muestras positivas. 10: C + (ATCC 17802); PM: Marcador de peso molecular 100 pb.

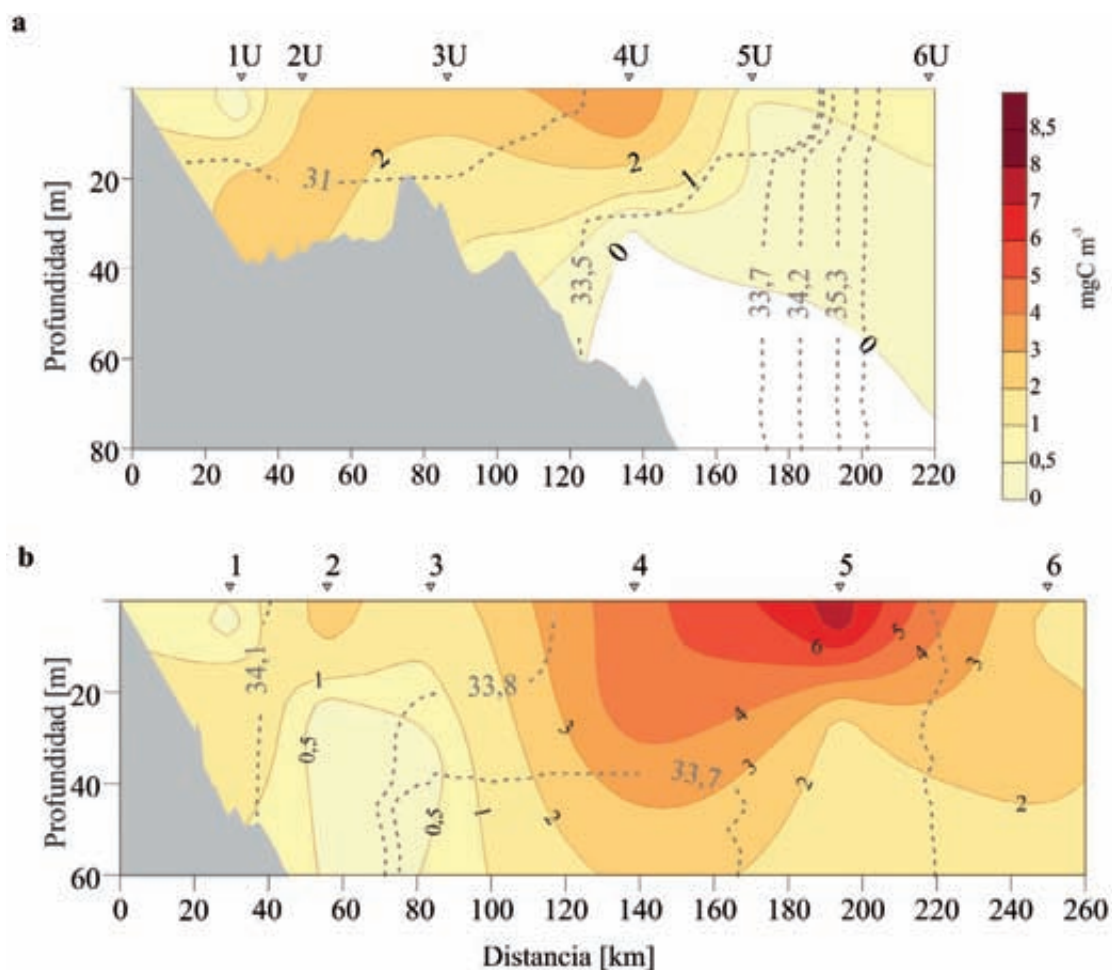
### 3.10. Protozooplancton

La biomasa de los organismos pertenecientes al ultraprotozooplancton (células < 5  $\mu\text{m}$ ) varió entre 0,2 y 4  $\text{mg C m}^{-3}$  con altos valores en las estaciones costeras, disminuyendo hacia las más externas en ambas secciones (Figura 22). Este grupo estuvo representado principalmente por formas flageladas no identificadas. Sólo se reconocieron coanoflagelados que fueron registrados en aguas costeras de la COSTAL I.



**Figura 22.** Distribución de la biomasa del ultraprotozooplancton ( $\text{mg C m}^{-3}$ ) en la COSTAL II (a) y la COSTAL I (b).

Los organismos del nanoprotozooplancton registraron biomásas entre 0 y  $7,55 \text{ mg C m}^{-3}$  observándose las mayores concentraciones en aguas superficiales del sector externo de la plataforma en ambas secciones (Figura 23). En la COSTAL II los organismos que más contribuyeron a la biomasa del nanoplancton fueron un dinoflagelado en la estación 4U y ciliados aloricados en las estaciones más costeras (1U-3U). En cambio, en la COSTAL I las mayores biomásas estuvieron constituidas por células flageladas pertenecientes al género *Leucocryptos* en las estaciones 4 y 5. Además, podemos destacar el aporte de otros flagelados no identificados en las estaciones 2 y 5.



**Figura 23.** Distribución de la biomasa del nanoprotozooplancton ( $\text{mg C m}^{-3}$ ) en la COSTAL II (a) y la COSTAL I (b).

Con respecto al microprotozooplancton, la biomasa osciló entre 0,1 y  $8 \text{ mg C m}^{-3}$  y los máximos se registraron sólo en estaciones costeras de la COSTAL II, disminuyendo hacia las estaciones más profundas (Figura 24). Estos máximos estuvieron representados por ciliados aloricados, principalmente del género *Tontonia* (1U-2U). Además, un dinoflagelado del género *Gyrodinium* contribuyó en menor concentración en algunas estaciones costeras. En la COSTAL I, con menores valores de biomasa, se registraron ciliados aloricados en la estación 5 y un dinoflagelado del género *Pronoctiluca* en la estación 3 (Figura 24).

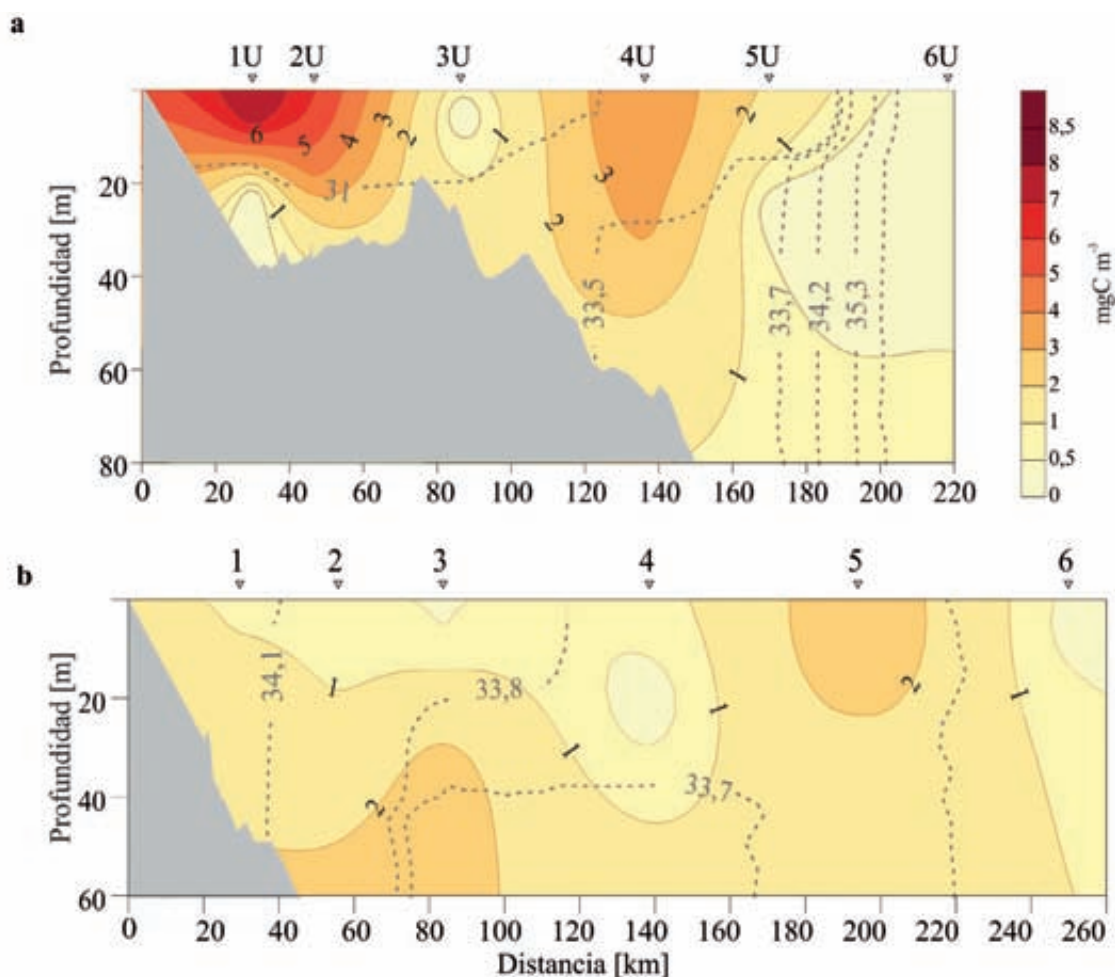


Figura 24. Distribución de la biomasa del microprotozooplancton ( $\text{mg C m}^{-3}$ ) en la COSTAL II (a) y la COSTAL I (b).

### 3.11. Zooplancton

#### 3.11.1. Composición de la comunidad de los copépodos

En el área analizada todos los estadios de desarrollo estuvieron presentes, siendo los mejor representados las nauplii y los copepoditos que, en conjunto constituyeron el 78,71% de la comunidad (Tabla 3). Dentro de los copepoditos, los del orden Calanoida de talla <1 mm fueron los dominantes representando el 16,97%, seguidos por los del orden Cyclopoida (11,14%), mientras que las restantes categorías se encontraron en cantidades mucho menores (Tabla 3). Los adultos sólo alcanzaron el 21,29% de la comunidad, encontrándose un total de 14 familias de los órdenes Calanoida, Cyclopoida, Harpacticoida y Poecilostomatoida (Tabla 3). Del total de familias halladas, 9 correspondieron a tallas menores de 1 mm, 4 de talla intermedia (1 - 2 mm) y sólo la familia Calanidae representó a la talla mayor de 2 mm (Tabla 3). Las familias Clausidiidae, Oithonidae y Clausocalanidae fueron las mejor representadas numéricamente, contribuyendo con el 4,98; 3,41 y 2,68% de los adultos, respectivamente (Tabla 3).

**Tabla 3.** Abundancia media (ind. m<sup>-3</sup>) de los diferentes componentes de la comunidad de los copépodos. DE: desvío estándar. Se indica entre paréntesis el rango de talla de cada categoría.

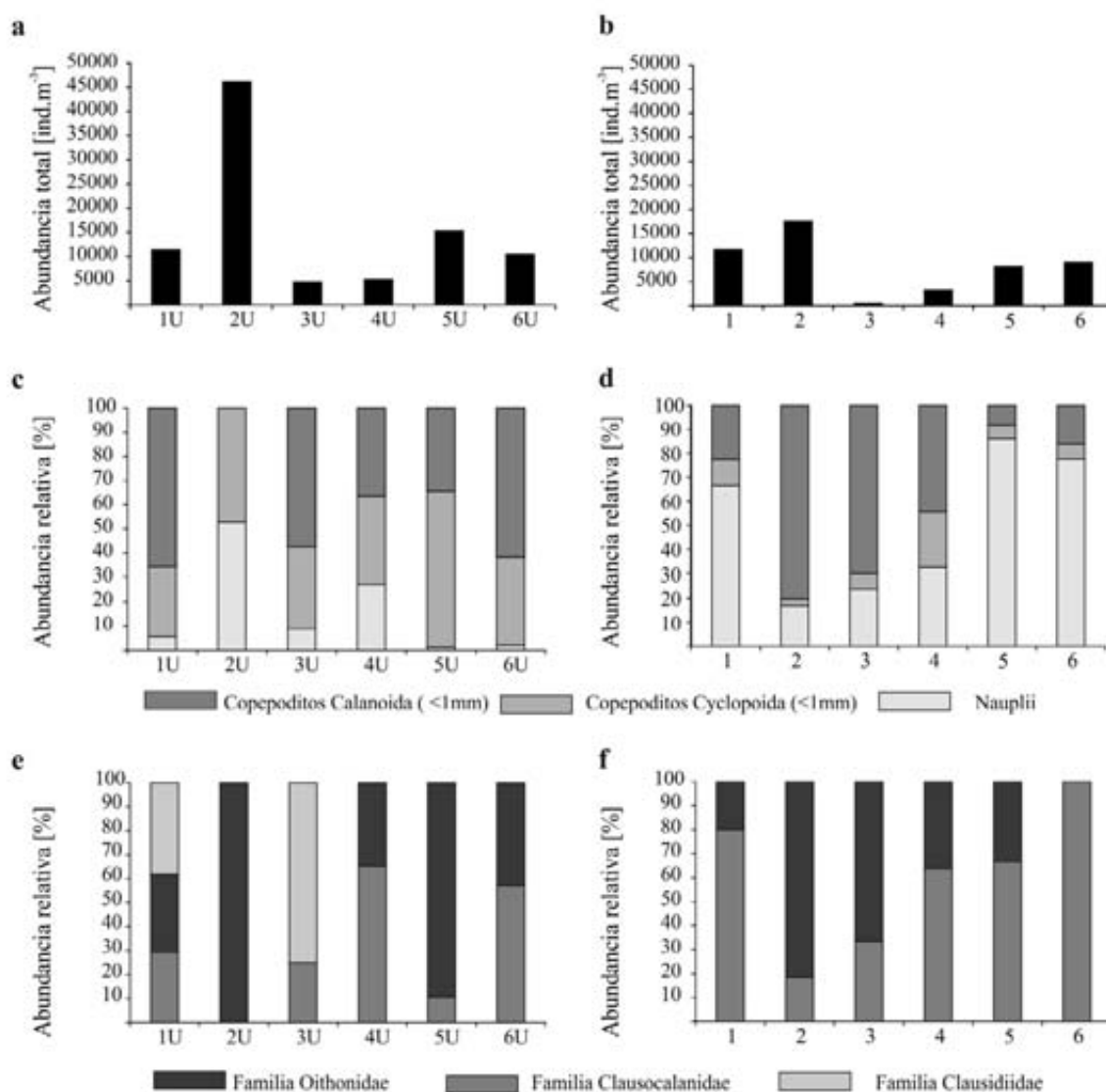
TAXA	ABUNDANCIA (ind.m <sup>-3</sup> ) ± DE	PORCENTAJE EN LA COMUNIDAD
<b>NAUPLII</b>	<b>5848,25 ± 11691,02</b>	<b>45,22</b>
<b>COPEPODITOS</b>	<b>4544,61 ± 5224,25</b>	<b>35,14</b>
Calanoida (<1mm)	2024,15 ± 2353,38	16,97
Calanoida (1-2mm)	16,93 ± 37,60	0,14
Calanoida (>2mm)	10,91 ± 23,62	0,09
Cyclopoida (<1mm)	1328,94 ± 2560,24	11,14
Harpacticoida (<1mm)	113,58 ± 230,67	0,95
Poecilostomatoida (<1mm)	46,52 ± 133,26	0,39
<b>ADULTOS</b>	<b>2539,68 ± 3175,33</b>	<b>21,29</b>
Fam. Paracalanidae (1-2mm)	115,27 ± 171,15	0,97
Fam. Clausocalanidae (1-2mm)	319,22 ± 419,79	2,68
Fam. Calanidae (>2mm)	46,72	0,39
Fam. Centropagidae (1-2mm)	105,83 ± 105,19	0,89
Fam. Oithonidae (<1 mm)	406,70 ± 636,32	3,41
Fam. Euterpinidae (<1mm)	81,05 ± 67,52	0,68
Fam. Ectinosomatidae (<1mm)	35,46 ± 46,34	0,30
Fam. Corycaeidae (<1mm)	211,36 ± 427,78	1,77
Fam. Oncaeiidae (<1mm)	211,09 ± 466,07	1,77
Fam. Temoridae (<1mm)	183,20 ± 460,13	1,54
Fam. Acartiidae (1-2mm)	9,10	0,08
Fam. Clytemnestridae (<1mm)	220,18	1,85
Fam. Eucalanidae (<1mm)	0,90	0,01
Fam. Clausidiidae (<1mm)	593,60 ± 372,40	4,98

### 3.11.2. Distribución espacial de los grupos dominantes de copépodos

La abundancia total de la comunidad fluctuó a lo largo de ambas secciones (Figura 25 a y b). El mínimo valor (547,76 ind. m<sup>-3</sup>) se halló en la estación 3 de plataforma de la COSTAL I, el máximo (~47000 ind. m<sup>-3</sup>) estuvo en la estación costera 2U de la COSTAL II, mientras que las densidades fueron intermedias (3200 a 17000 ind. m<sup>-3</sup>) en las restantes estaciones muestreadas (Figura 25 a y b). La contribución de los estadios inmaduros también presentó variación a lo largo de ambas secciones (Figura 25 c y d). Mientras en la COSTAL II las nauplii sólo alcanzaron porcentajes elevados (50%) en la estación 2U, en las restantes estaciones los porcentajes disminuyeron bastante, hasta tener una mínima representación (< 10%) en la estación más profunda (Figura 25 c). Por el contrario, en la COSTAL I tuvieron una mayor representación: porcentajes mayores al 70% en la estación costera 1 y en las más profundas (estaciones 5-6), mientras que en las estaciones de plataforma (2-4) los porcentajes fueron inferiores



al 30% (Figura 25 d). Los copepoditos de Cyclopoida a lo largo de la COSTAL II alcanzaron una elevada representación (entre 20-65%) mientras que en la COSTAL I ésta decreció notablemente, alcanzando como máximo el 20% en la estación 4 de plataforma (Figura 25 d). Los calanoideos <1mm presentaron importantes abundancias relativas a lo largo de la COSTAL II, con porcentajes mayores al 40% mientras que en la COSTAL I sus abundancias relativas variaron considerablemente. En la estación costera 1 esta fracción alcanzó el 20%, ascendiendo a porcentajes entre 80 y 50% en las estaciones de plataforma 2 a 4 y, disminuyendo nuevamente a porcentajes de 10 y 20% en las estaciones más profundas 5 y 6 (Figura 25 d).



**Figura 25.** Distribución espacial de la abundancia total de copépodos (panel superior); la abundancia relativa de nauplii, copepoditos de Calanoida (< 1 mm) y copepoditos de Cyclopoida (panel medio) y, la abundancia relativa de las familias dominantes de adultos (panel inferior) a lo largo de las secciones COSTAL II (izquierda) y COSTAL I (derecha).

La contribución de las familias dominantes de adultos también varió a lo largo de ambas secciones. En la COSTAL II, las tres familias estuvieron representadas. La familia Clausidiidae sólo se halló en las estaciones 1U (40%) y 3U (80%) influenciadas por ARdP (Figura 25 c). Las familias Clausocalanidae y Oithonidae no presentaron un patrón claro de variación ya que ambas fluctuaron a lo largo de toda la sección (Figura 25 c). Por el contrario, en la COSTAL I los adultos de Clausocalanidae presentaron elevados porcentajes en la estación costera 1 (80%), luego disminuyeron en la estación 2 (15%) y fueron aumentando gradualmente hasta ser totalmente dominantes en la estación 6 ubicada en el talud (Figura 25 c). Por el contrario, la familia Oithonidae presentó el menor porcentaje (20%) en la estación costera 1, aumentó su representación a un 80% en la estación 2 y luego fue disminuyendo su densidad hasta desaparecer en la estación 6 (Figura 25 c).

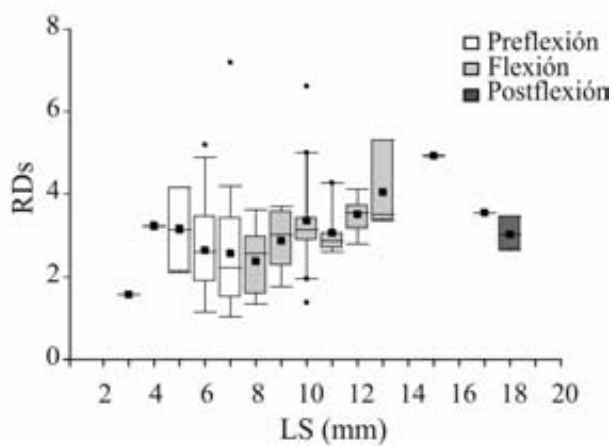
### 3.12. Ictioplancton y condición nutricional de larvas

Las mayores densidades de huevos de anchoíta se observaron próximas a la isobata de 50 m de profundidad, no apreciándose desove más allá de los 100 m (Tabla 4). En la estación 3 de la COSTAL I se capturó la mayor densidad de huevos: 600 huevos  $m^{-2}$ . En el sector norte (COSTAL II) la presencia y densidad de huevos fue muy pobre no observándose desove en las estaciones más exteriores, a diferencia de lo que ocurre en primavera, época en la que suele apreciarse una densidad muy importante de huevos entre los 50 y 100 m de profundidad. Se detectó la presencia de larvas de anchoíta en 8 de las 12 estaciones estudiadas (Tabla 4). Las mayores densidades se observaron entre los 50 y 200 m de profundidad, no identificándose larvas más allá de los 200 m. La mayor densidad de larvas capturadas en la COSTAL II correspondió a la estación 5U (222 individuos  $m^{-2}$ ) caracterizada por una suave haloclina a los 20 m de profundidad. A diferencia de lo observado con los huevos de anchoíta, las larvas capturadas en la COSTAL I se encontraron mayoritariamente tanto en aguas con características homogéneas como estratificadas, destacándose la estación 3 donde se observó la mayor densidad de larvas (430 larvas  $m^{-2}$ ).

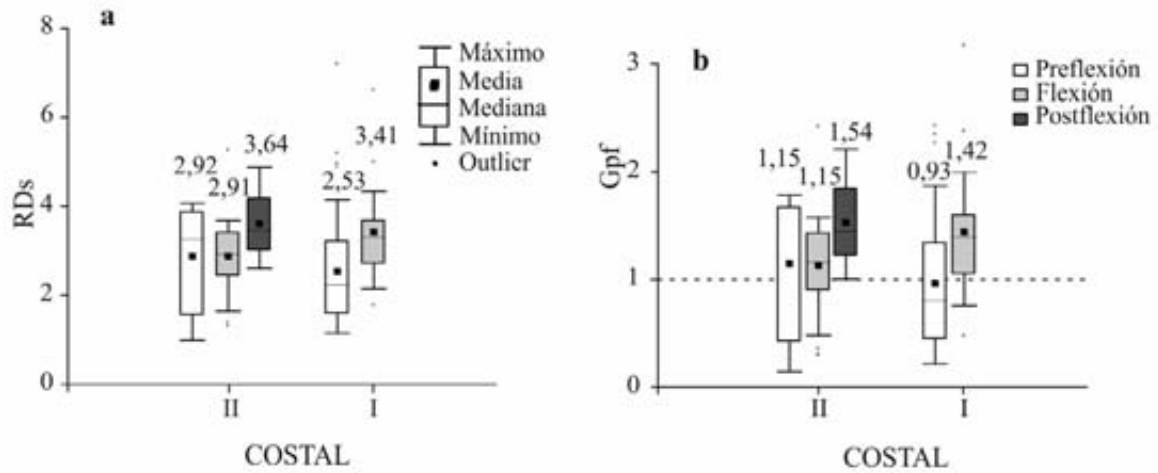
Se estudió la condición nutricional de las larvas recolectadas en 6 estaciones. Los valores obtenidos para la relación RDs y Gpf de las larvas dieron evidencias de una buena condición nutricional en el área de estudio. Debido a que se observó una correlación positiva entre el índice RDs y la talla de los ejemplares (Figura 26) se realizaron comparaciones discriminando el estadio de desarrollo larval. No se observaron diferencias significativas entre las estaciones (Tabla 4) ni las secciones COSTAL I y II (Figura 26). El RDs para las larvas en pre-flexión en la COSTAL II fue  $2,92 \pm 1,22$  (n=7) y  $2,53 \pm 1,29$  (n=53) en la COSTAL I. Para las larvas en flexión fue  $2,91 \pm 0,86$  (n=32) y  $3,41 \pm 1,07$  (n=22) para las secciones II y I respectivamente (Figura 27 a). Los valores medios obtenidos para la Gpf fueron mayores a 1 exceptuando las larvas en preflexión de la estación 2 de la COSTAL I (Tabla 4 y Figura 27 b).

**Tabla 4.** Valores medios de la densidad de huevos (H anch m<sup>-2</sup>) y larvas de anchoíta (L anch m<sup>-2</sup>), relación ARN/ADN estandarizada (RDs), performance de crecimiento (Gpf) y densidad de larvas nauplii de copépodos (nauplii m<sup>-3</sup>).

Estación	H anch m <sup>-2</sup>	L anch m <sup>-2</sup>	RDs	Gpf	Nauplii m <sup>-3</sup>
1	0,21	31,46	2,7	1,03	4301
2	45,17	182,05	1,98	0,64	1532
3	595,21	84,01	2,77	1,06	67
4	0	431,09	3,17	1,28	486
5	0	1,89			4560
6	0	0			5800
1U	0	0			3691
2U	0,82	0			42495
3U	7,66	1,60			330
4U	0	25,52	2,93	1,16	3605
5U	0	222,45	3	1,2	1236
6U	0	0			2075



**Figura 26.** Diagramas de cajas (Box Plots) de la relación ARN/ADN estandarizada (RDs) en función de la longitud estándar (LS), para las larvas de *Engraulis anchoita*. Se indica el estadio de desarrollo larval.



**Figura 27.** Diagramas de cajas (Box Plots) de (a) la relación ARN/ADN estandarizada (RDs) y (b) la performance de crecimiento (Gpf) en función de la sección oceanográfica COSTAL norte (II) y sur (I). Se indica sobre las barras los valores medios obtenidos para los diferentes estadios de desarrollo de las larvas de *Engraulis anchoita*. La línea punteada indica el valor 1 por sobre el cual el crecimiento larval es óptimo.

Todos los resultados presentados aquí, nos permiten señalar que a pesar de las diferencias en las condiciones ambientales de las dos secciones analizadas, en ambos casos, se desarrollan tramas tróficas microbianas (según Legendre y Rassoulzadegan, 1995) en las cuales los productores primarios son principalmente células pequeñas (<5µm) lo que significa que hay una limitada exportación de carbono biogénico desde el sistema pelágico. A pesar de la uniformidad en el tipo de trama trófica, se evidenció una distribución diferencial cuali-cuantitativa de los diversos niveles tróficos analizados en relación con el ambiente físico-químico y lumínico.

## 4. Discusión

---

Considerando la escasa información del período estival en la ZCP, así como su complejidad biológico-oceanográfica, en este estudio se abordó la descripción multidisciplinaria de la distribución de propiedades. Las características hidrográficas de la región se ven modificadas por la circulación de las corrientes de borde, la descarga del Río de la Plata y eventos de surgencia de diferente magnitud estacional. Así es como el enfriamiento respecto a los valores medios de verano observado en este estudio, evidenció la transición hacia el otoño, y su magnitud, el sentido SN desde el talud hacia la costa. La distribución de nitrato en la COSTAL I también reflejó esta situación ya que a diferencia a lo descrito por otros autores para el verano en esta latitud ( $[\text{NO}_3^-] < 1 \mu\text{M}$ , desde la costa hasta el talud, (Carreto *et al.*; 1995), los valores mínimos sólo se encuentran asociados a las estaciones más costeras. El caudal de afluencia del Río de la Plata fue bajo en el periodo correspondiente a la demora necesaria para que se traslade a la desembocadura y no hubo apartamientos del caudal diario respecto al caudal medio significativos; por lo cual, las variaciones de salinidad y temperatura asociadas a la descarga fluvial obedecerían principalmente a la dirección del viento y no a la magnitud del caudal. Desde dos días previos y durante la ejecución de la COSTAL II, el viento prevaleció del NE y del N en todas las estaciones, direcciones que favorecen la extensión de la pluma de baja salinidad hacia el SE de la plataforma.

Las comunidades planctónicas alteran el contenido de DIC, AT y  $\text{O}_2$  a través de los procesos de fotosíntesis, respiración y calcificación. Las concentraciones de  $\text{O}_2$  halladas en ambas secciones son comparables a las descritas para el verano en esta zona (Braga *et al.*, 2008). Asimismo los resultados del sistema de los carbonatos en el presente estudio son consistentes con el entendimiento general de los mismos (Zeebe y Wolf-Gladrow, 2001; Riebesell *et al.*, 2009; Feely *et al.*, 2009, entre otros). En las estaciones costeras de la COSTAL II, la dominancia de procesos respiratorios vinculada con la elevada biomasa de heterótrofos presente podría ser responsable de los bajos valores de  $\text{O}_2$  hallados, mientras que valores mayores relativos estarían asociados a las aguas de origen subantártico (ASaP), que se observaron en la estación 5U. Los valores bajos de AT y DIC hallados en esta misma sección (con excepción de la estación 6U) podrían estar vinculados con biomasas elevadas de organismos del ultra y microfitoplancton. Es sabido que en las aguas superficiales, las concentraciones de DIC disminuyen si las tasas de producción primaria superan el ingreso combinado de carbono de la atmósfera y de la respiración (Ishii *et al.*, 1998). Los bajos valores de  $\text{O}_2$  y los valores elevados de DIC y AT presentes en la estación subtropical 6U, se vincularían con una baja concentración de Cla y a la presencia de cocolitofóridos, respectivamente. Las altas biomasas del ultrafitoplancton registradas en aguas superficiales de las estaciones más externas en la COSTAL I podrían relacionarse con los altos valores de  $\text{O}_2$  observados indicando una posible actividad fotosintética elevada en esta área.

Los valores medios del  $a_{\text{ph}}^*(440)$  en las estaciones 1U a 4U de la COSTAL II oscilaron entre 0,021 a 0,033  $\text{m}^2\text{mg}^{-1}\text{Cla}$ , coincidente con una estructura de fitoplancton de variados tamaños. Estos valores guardan relación con lo esperado de acuerdo con el alto porcentaje (~60%) de Cla debida a la fracción del fitoplancton  $< 5 \mu\text{m}$ . En estos espectros no se observaron picos notables de absorción en el UV. En cambio, en las estaciones 5U y 6U los valores de  $a_{\text{ph}}^*(440)$  fueron altos (~0.048  $\text{m}^2\text{mg}^{-1}\text{Cla}$ ), y ambos espectros mostraron un pico de absorción alrededor de los 320 nm. Estos picos proba-

blemente se deben a la presencia de amino-ácidos similares a las micosporinas (MAAs por su sigla en inglés), compuestos que poseen un alto coeficiente de extinción. En el caso de la estación 6U estas dos características se corresponden a lo esperable de acuerdo con la prevalencia de células pequeñas observada, principalmente *Prochlorococcus* (aquí evidenciado por la presencia de DV Cla), género que se caracteriza por tener una alta eficiencia de absorción por unidad de Cla (bajo “efecto de empaquetamiento”) y alta concentración de pigmentos fotoprotectores que absorben en el azul. Este género es conocido también por producir MAAs como medio para la protección contra la radiación ultra-violeta (UV) como mecanismo de fotoaclimatación a altas irradiancias, tal como lo anteriormente observado en esta área (Carreto *et al.*, 2008).

Por otro lado, en la estación 5U fueron importantes las diatomeas del microfitoplancton así como sus pigmentos característicos (fucoxantina 0,265 mg m<sup>-3</sup> a 5m), por lo que resulta poco esperable un alto valor del  $a_{ph}^*(440)$  como el calculado para esta estación. Este hecho podría explicarse además de la abundancia de células pequeñas, por la presencia de células del género *Pseudo-nitzschia* observadas en esta estación. Estas son diatomeas elipsoidales de ancho pequeño y gran longitud (3-5 x 60-90  $\mu\text{m}$ ), su forma elongada facilitaría una mejor disposición de los pigmentos y por lo tanto evitaría el alto “efecto de empaquetamiento” típico de células de gran diámetro. Es decir, se trata de células grandes pero que ópticamente se comportan como células pequeñas. A su vez, en esta estación la fuerte señal de absorción en el UV posiblemente sea debida a la presencia de MAAs producidos por dinoflagelados y en menor proporción por células del género *Pseudo-nitzschia* (Carreto *et al.*, 2005).

Los valores de los coeficientes de absorción del material particulado no pigmentado,  $a_{NPP}(440)$ , y del material orgánico coloreado disuelto,  $a_{CDOM}(440)$ , fueron muy altos en las estaciones 1U, 2U y 3U debido a la carga de material en suspensión y disuelto provenientes de la intrusión de aguas del Río de la Plata. En las estaciones 4U y 5U se mantuvieron aún altos, donde se observó una capa superficial de aguas con influencia del río. Hacia la estación 6U los valores de estos coeficientes disminuyeron notoriamente, en congruencia con la presencia de aguas claras oligotróficas subtropicales (ópticamente conocidas como “caso 1”). La influencia del Río de la Plata sobre el  $a_{CDOM}(440)$  quedó representada en la fuerte relación inversa de este coeficiente con la salinidad (Figura 12). Vale destacar que hasta el momento son muy escasas las mediciones de esta variable en esta zona (Martínez *et al.*, 2005). Esta relación entre la absorción del CDOM y la salinidad ha sido reportada para otras áreas de intrusión de plumas de grandes ríos en el mar (ej. para el estuario del San Lorenzo; Granskog *et al.*, 2007). García y García (2008) y Piola *et al.* (2008) mencionan que una de las causas de la sobreestimación de la concentración de clorofila por imágenes satelitales en el área de influencia del Río de la Plata es la alta absorción por el CDOM, la cual no es tenida en cuenta por los algoritmos satelitales. Mediciones *in situ* como las aquí presentadas son necesarias para poder ajustar algoritmos regionales mediante “calibración” y “validación” de los productos satelitales y así mejorar la precisión de la estimación local de otros productos como la concentración de clorofila.

En la COSTAL I, en las estaciones 1, 2 y 3 ubicadas en ASaP(costera) los valores del  $a_{ph}^*(440)$  fueron entre bajos y medios (0,021 a 0,037 m<sup>2</sup> mg<sup>-1</sup>Cla), coincidente con una estructura de fitoplancton de variados tamaños (ver Figuras 16-b, 17-b y 18-b). En cambio, en las estaciones 4, 5 y 6 los valores de  $a_{ph}^*(440)$  fueron altos (0,049 a 0,055 m<sup>2</sup> mg<sup>-1</sup>Cla), en concordancia con la presencia de células pequeñas (en promedio, más del 80% de la Cla fue debida al fitoplancton <5  $\mu\text{m}$ ). El valor más alto de  $a_{ph}^*(440)$  se encontró en la estación 4, donde prevalecieron los cocolitofóridos (Haptofitas), lo cual

a su vez podría explicar el valor más alto del pico de absorción en el UV probablemente debido a MAAs, compuestos que también son frecuentes en este grupo de algas. Los valores de  $a_{NPP}(440)$  en la COSTAL I fueron notablemente más bajos que en la COSTAL II. No se evidenció un patrón claro en su distribución, observándose los valores más altos en las estaciones 1 y 2. En el caso de  $a_{CDOM}(440)$  los valores se escalonaron progresivamente de más alto a más bajo de la costa hacia el talud tal cual lo es esperable debido a la disminución de material orgánico por resuspensión del fondo y a el aporte por drenaje terrestre.

El bacterioplancton se distribuyó de manera diferencial en ambas secciones estudiadas, posiblemente relacionada con elevados valores de clorofila a, su potencial fuente de alimento (Malone y Ducklow, 1990), y con organismos heterótrofos  $< 20\mu\text{m}$ , sus potenciales predadores (Cuevas y Morales 2006). En la COSTAL II se detectó una mayor concentración de bacterias en las estaciones de la costa uruguaya con influencia de la descarga del Río de la Plata. En la COSTAL I se observaron altas concentraciones de bacterioplancton en las estaciones más alejadas de la costa asociadas a aguas de plataforma ricas en nutrientes.

La comunidad del protozooplancton ( $<200\mu\text{m}$ ) mostró una distribución espacial particular en cada una de las secciones estudiadas. En la COSTAL I, la comunidad del protozooplancton estuvo dominada por flagelados del nanoplancton, principalmente *Leucocryptos* sp. que está asociado a aguas de plataforma media y externa. En concomitancia con la disponibilidad de alimento: bacterias y ultrafitoplancton presentes en altas biomásas en esta masa de agua, donde esta asociación trófica se ha registrado en otros estudios (Vørs, 1992; Sanders et al., 2000; Christaki et al., 2005). En cambio en la COSTAL II, la comunidad heterótrofa estuvo dominada por ciliados alorizados, principalmente *Tontonia* sp. que se vincularon a aguas diluidas del Río de La Plata. Además, se relacionaron con la presencia de sus potenciales presas como bacterias, cianobacterias y otros fitoplancteres en esta sección, como lo observado en otros sistemas pelágicos (Leakey et al., 1992; Christaki et al., 1999).

Este estudio describió de manera detallada la estructura y la biomasa de la comunidad más pequeña del plancton heterótrofo y además, nos permitió caracterizar distintas áreas donde se desarrollarían principalmente tramas tróficas microbianas en la zona común de pesca Argentino-Uruguaya.

Los contaminantes orgánicos producen un impacto sobre el bacterioplancton incrementando la fracción de bacterias degradadoras de hidrocarburos, siendo así su abundancia y distribución un índice del grado de polución del ambiente. Además, estos microorganismos constituyen herramientas útiles en procesos biotecnológicos de biorremediación (Ron y Rosenberg, 2014).

Con respecto a los vibrios, en la sección Costal II, *V. parahaemolyticus* fue detectado en las estaciones más costeras, observándose una tendencia de mayor frecuencia de aislamiento con mayores valores de temperatura y menores valores de salinidad (19,44 - 21,29 °C y 30,14 - 32,43 respectivamente). En la sección Costal I, donde se registraron menores valores de temperatura y mayores valores de salinidad, no fueron detectados ninguno de los géneros estudiados. Algunos autores mencionan que la temperatura podría modular la densidad de *V. parahaemolyticus* solo cuando las aguas cálidas coinciden con periodos de salinidad reducida. Este patrón de efectos combinados de altas temperaturas y bajas salinidades influiría en la abundancia de *Vibrio* spp. (DePaola et al., 2000, Martínez-Urtaza et al., 2008, 2010).

Son muy pocos los estudios referidos a la estructura de la comunidad fitoplanctónica en esta área (Elgue *et al.*, 1987, Negri *et al.*, 1988; Gayoso y Podestá, 1996) y generalmente no cubren todo el espectro de tamaños como ha sido abordado en este trabajo, así como la expresión de la biomasa del fitoplancton en valores de carbono, variable considerada fundamental en los modelos ecológicos y biogeoquímicos. El mismo comentario corresponde en relación con la época del año, ya que el verano ha sido muy poco estudiado. Cabe destacar que sí se han realizado estudios referidos a ensamblajes fitoplanctónicos caracterizados por los pigmentos en el área para la primavera (Carreto *et al.*, 2003, 2008, Montoya *et al.*, 2014). En este sentido podemos decir que esta contribución constituye un importante aporte al conocimiento de esta comunidad en la ZCP.

En los últimos 30 años ha habido un destacado avance en la comprensión de la estructura de las tramas tróficas marinas y la importancia que tienen sus variaciones en el flujo de carbono y el acople con el pastoreo (Fenchel, 1988; Legendre y Razoulzadegan, 1995), así como en los diferentes tipos de pesquerías que allí se desarrollan (Cushing, 1989; Marquis *et al.*, 2011).

Los resultados presentados en este trabajo, señalan la importancia de la fracción más pequeña, el ultrafitoplancton, en cuanto al aporte de carbono biogénico de los productores primarios (en promedio > 80%), lo que no ha sido descrito previamente en esta área. Además, se destaca que a pesar de esta homogeneidad en la estructura de tamaño, las dos secciones analizadas presentaron diferencias cualitativas importantes que podemos vincular con la distribución de las masas de agua y la estructura de la columna de agua.

En la COSTAL II, el sector ocupado por las ARdP (1U-3U) caracterizado por presentar las mayores biomásas, *Synechococcus* representó entre el 30 y el 74% del carbono disponible, limitado a células apenas mayores a 1 µm. En coincidencia, en estas estaciones se detectaron las mayores concentraciones de zeaxantina, indicador de cianobacterias. Sin embargo la relación entre la concentración de zeaxantina con respecto a la de Cl a en *Synechococcus* varía de acuerdo con la intensidad luminosa (Brunet *et al.*, 2011). Algo similar en cuanto al tamaño de las células ocurre en las estaciones caracterizadas por la presencia de las ASaP(media) (4U-5U), aunque en este caso, las células pequeñas corresponden a una categoría de formas coales no identificadas (picofitoeucariotas). Dada la presencia de prasinoxantina y Cl b estas formas pequeñas podrían corresponder a las prasinofíceas coales. Este sector se destaca por ser donde la fracción microplanctónica hace su mayor aporte a la biomasa, debido principalmente a diatomeas del género *Pseudo-nitzschia*. Estas diatomeas son características de un estadio medio en la serie sucesional planteada por Margalef (1978) en relación a la turbulencia y disponibilidad de nutrientes – el Mandala de Margalef -, situación reflejada en estas estaciones donde las ASaP(media) aportarían nitratos a la columna de agua. Podemos considerar además, que estas estaciones representan el extremo de la plataforma ya que el frente termohalino entre las estaciones 5U y 6U las separa notoriamente de las Atr presentes en la última estación de la sección. En esta posición ya en aguas oceánicas, al igual que la mayoría de las variables consideradas en este trabajo, el fitoplancton, cualitativamente, también resultó diferente al resto de las estaciones, particularmente por la diversidad de cocolitofóridos y la presencia de *Prochlorococcus* indicado por el pigmento marcador DV-Cl a, como ya fue registrado en estudios previos (Carreto *et al.*, 2008).

En la COSTAL I también podemos considerar la distribución de la biomasa del fitoplancton y sus diferencias cualitativas vinculadas a las masas de agua. En este caso, las salinidades fueron altas en



casi toda la sección con ASaP(costera) en las estaciones 1-3, donde hay algunas diatomeas como *Leptocylindrus danicus* y *Bacteriastrium* sp, y dinoflagelados como *Neoceratium fusus*, y en las 5 y 6 AsaP(externa) en las que casi no se presentan componentes mayores al ultraplancton. En coincidencia, sólo en estas estaciones se detectaron pigmentos marcadores de pelagofíceas (ButFuco), altas concentraciones del pigmento marcador de haptofitas (HexFuco) y prasinoxantina, todos estos pigmentos típicos de formas pequeñas (Roy et al., 2011). Entre ambos sectores, la estación 4 muestra la presencia de las AsaP(media) en capas profundas con mayor disponibilidad de nitratos, donde se destaca el aporte de *Emiliania huxleyi*, coincidiendo con la máxima concentración de su pigmento marcador (Cl c2-MGDG [18/14]), ocupando una situación sucesional caracterizada por la presencia de cocolitofóridos (Margalef, 1978).

Dentro de la fracción más pequeña, el género *Synechococcus* se registró en todas las estaciones de ambas secciones. Esta cianobacteria es muy conocida a nivel mundial por su amplia distribución, y ha sido registrada en muy diversos ambientes (Zwirgmaier et al., 2007; Scanlan et al., 2009). Durante esta campaña, *Synechococcus* mostró una distribución espacial particular en cada una de las secciones, ocupando los extremos opuestos: el sector costero en Uruguay y el borde de la plataforma en Argentina, en masas de agua bien diferentes. En aguas de la plataforma argentina, Pérez Cenci et al., (2014) utilizando técnicas moleculares, identificaron la presencia de los clados I y IV de este género. La distribución diferencial observada en este trabajo, podría deberse a la presencia de diferentes clados que puedan vincularse a diferentes condiciones ambientales.

El zooplancton de la Zona Común de Pesca ha sido exhaustivamente analizado, mostrándose la dominancia de especies de copépodos mayoritariamente herbívoras, consumidoras de diatomeas (Verona et al., 1972; Santos y Ramírez, 1991; Ramírez y Santos, 1994). Sin embargo, debido al uso de mallas de poro mayor (> 200µm) en esos estudios, los grupos que resultaron dominantes en el presente trabajo, principalmente los estadios naupliares y los copepoditos de Calanoida y de Cyclopoida (<1 mm) no estuvieron representados; mientras que los adultos, por su lado resultaron submuestreados (Di Mauro et al., 2009). En diversos sistemas marinos se ha demostrado que las especies de copépodos de talla menor y los estadios inmaduros de desarrollo de pequeño porte constituyen una proporción sustancial de la comunidad (Gallienne y Robins, 2001; Hopcroft et al., 1998, 2001; Turner, 2004). Asimismo, juegan un rol fundamental dentro de las tramas tróficas marinas dado que pueden canalizar la energía contenida en niveles tróficos inferiores integrantes de la trama trófica microbiana (ej., fotosintéticos <5µm y protistas heterotróficos). Es conocido que estas 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., 2011) asegurando así la disponibilidad de presas en tipo y cantidad para las larvas de anchoíta. De este modo, representan una vía alternativa de incorporación de energía hacia los niveles tróficos superiores.

Dentro de los adultos dominantes, la familia Clausiididae, representada muy posiblemente por *Hemicyclops thalassius*, sólo estuvo presente en algunas estaciones costeras influenciadas por la presencia de las ARdP, siendo consistente con la preferencia por ambientes estuarinos costeros citados para la especie (Vervoort y Ramirez, 1966). Las familias Oithonidae y Clausocalanidae, en cambio, estuvieron presentes a lo largo de ambas secciones, tal como ha sido descrito para el área (Viñas et al., 2014; Cepeda et al., 2015). La amplia distribución con elevados porcentajes de la familia Oithoni-

dae, podría relacionarse con la capacidad de estas especies de alimentarse de una gran variedad de presas, incluyendo principalmente nauplii y nanoflagelados

La mayor densidad de huevos de anchoíta fue registrada en la COSTAL I estación 2, la cual es coincidente con los registros históricos presentados por Sánchez (1995) para esa época y área, quien señala que a medida que avanza la época de puesta primaveral el desove se extiende hacia profundidades mayores de 50 m. En cuanto a la distribución de las larvas, el patrón observado también coincidió con los valores históricos de larvas de anchoíta en esa zona y época del año (Sánchez, 1995). Sin embargo, se destaca la alta densidad observada en las estaciones 4U y 5U que no habían sido previamente registradas en la ZCP. Finalmente, se puede destacar que Pájaro *et al.* (2015) observaron en la estación 6U, caracterizada por aguas típicamente subtropicales, un ejemplar ( $1 \text{ m}^2$ ) de *Bregmaceros* sp., especie circumtropical, presente en el Océano Atlántico.

Existen numerosos factores que pueden afectar la abundancia de las poblaciones de peces, especialmente en los primeros estadios del ciclo de vida. Las principales causas de mortalidad son la predación e inanición (Bailey y Houde, 1989). A diferencia de la mortalidad por predación que resulta difícil de cuantificar, la mortalidad por inanición puede estimarse a partir de la estimación de la condición nutricional de las larvas. Los resultados aquí obtenidos dan evidencias de una buena condición nutricional en el área. No se observaron diferencias en la condición de las larvas colectadas en las dos secciones al comparar entre los diferentes estadios de su desarrollo ontogenético. Los valores obtenidos fueron similares a los registrados para esta especie en estudios previos (tabla 5) realizados a comienzo (Clemmesen *et al.*, 1997) y al final del verano (Díaz *et al.*, en prensa), aunque los valores fueron algo menores que los registrados durante la primavera (Díaz *et al.*, 2011). La Gpf (cociente entre la tasa de crecimiento observada y la tasa de crecimiento alcanzada por larva bajo condiciones óptimas) proporciona una medida objetiva de la condición larvaria. Los valores de Gpf obtenidos en este estudio fueron en términos generales mayores a 1 indicando una tasa de crecimiento mayor a la obtenida bajo condiciones óptimas. Esto indica que las condiciones del área estudiada serían propicias para el crecimiento larval en cuanto a la disponibilidad de alimento. Sustenta esta idea que los valores medios obtenidos para la relación RDs fueron muy superiores a los obtenidos para larvas del género *Engraulis* sometidas a condiciones de inanición (Kono *et al.*, 2003).

Es sabido que las larvas de peces que cuentan con una disponibilidad de presas adecuada (en términos de calidad y cantidad) presentan una mayor tasa de crecimiento y una condición nutricional privilegiada (Zenitani *et al.*, 2007). De acuerdo con la bibliografía disponible, las larvas nauplii de copépodos de pequeña talla, representan el principal alimento de las larvas de *E. anchoíta* en la población bonaerense (Sato *et al.*, 2011; Viñas y Ramírez, 1996). En este estudio se observó una baja densidad de larvas nauplii de copépodos en coincidencia con altos índices RDs (estaciones 3 y 4, Tabla 4). Esto podría sugerir que las larvas de anchoíta se alimentan en esas estaciones de otras presas, como huevos de copépodos, tintínidos, dinoflagelados, larvas de moluscos y diatomeas (Viñas y Ramírez, 1996).

Diversos trabajos, señalan que la predación es una causa de mortalidad de larvas tan importante como la inanición (Hunter, 1982; Purcell, 1985). Díaz *et al.* (en prensa) evaluaron los parámetros potencialmente explicativos de los valores obtenidos para la relación RDs mediante un Modelo Lineal Generalizado y observaron que las variables significativas fueron la abundancia de larvas nauplii de

copépodos y el volumen de organismos pertenecientes al plancton gelatinoso. Estos autores observaron que la relación de la abundancia de nauplii con la condición larval fue positiva. Por el contrario, el volumen de individuos en el plancton gelatinoso tuvo una relación negativa con la condición nutricional de *E. anchoita*. La relación entre las larvas y el plancton gelatinoso es compleja y debe ser estudiada en profundidad en estudios futuros ya que se ha reportado en la bibliografía como un predador de las larvas de peces, pero otras relaciones tróficas, como la competencia por alimento y espacio, no pueden descartarse (Purcell 1985; Purcell & Arai 2001).

**Tabla 5.** Valores medios para obtenidos en diferentes estudios para la relación ARN/ADN (RD) empleando larvas del género *Engraulis*. Se indica el tipo de estudio, la especie y estadio de desarrollo ontogénico.

Publicación	Estudio	RD	Especie	Estadío de desarrollo
Kono et al. 2003	Laboratorio INANICIÓN	0,5	<i>Engraulis japonicus</i>	Pre-flexión
Clemmesen et al. 1997	Material de campo Fin de PRIMAVERA	2-3	<i>E. anchoita</i> (Brasil)	Flexión
		2-3	<i>E. anchoita</i> (Patagonia)	Pre-flexión
Kanstinger & Peck 2009	Material de campo	3	<i>E. encrasicolus</i>	Pre-flexión
Diaz et al. 2011	Material de campo PRIMAVERA	4,5	<i>E. anchoita</i> (Bonaerense)	Pre-flexión
Diaz et al. (en prensa)	Material de campo VERANO	2,4	<i>E. anchoita</i> (Patagonia)	Pre-flexión
Este trabajo	Material de campo VERANO	2,6	<i>E. anchoita</i> (ZCP)	Pre-flexión

Estamos inmersos en un escenario de cambio climático a nivel planetario. En la actualidad, de acuerdo con las proyecciones para las próximas décadas elaboradas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC – por sus siglas en inglés), se está concentrando la atención en la mitigación y adaptación a esta nueva realidad ambiental (IPCC, 2014). El océano juega un papel importante en los cambios a largo plazo en el sistema climático funcionando como un disipador del calor generado en los sistemas terrestres, un importante sumidero del CO<sub>2</sub> resultante de la quema de combustibles fósiles y está respondiendo al calentamiento y el deshielo de los glaciares con un lento, pero inexorable aumento en el nivel del mar.

El aumento de la temperatura en el océano ya ha provocado cambios a nivel mundial en la distribución de especies acompañando el aumento de la temperatura (Perry et al., 2005); incluso en la región se ha registrado la presencia de especies de peces de zonas más cálidas (Milessi et al., 2013 y otras citas en este trabajo). Sin embargo, el aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera provoca otros cambios además del aumento de la temperatura, como la expansión hacia los polos de los grandes anticiclones del Atlántico, que pueden modificar la intensidad y dirección de los vientos de superficie, con importantes consecuencias en sistemas biológicos en aguas de las plataformas. Un ejemplo de estos cambios fue registrado por Taylor et al., (2012) en el sur del Mar Caribe (fosa de Cariaco) donde a partir de estudios de una serie de tiempo de 15 años de datos ambientales y del plancton, vieron como a partir de 2004 las comunidades de fitoplancton cambiaron de diatomeas, dinoflagelados y cocolitofóridos hacia formas más pequeñas, aumentó la

biomasa del mesozooplankton y colapsó la pesquería de sardina, todos estos cambios vinculados con la migración hacia el norte de la Zona de Convergencia Intertropical que provoca la disminución de los vientos que favorecen el desarrollo de surgencias en el área y el consiguiente aporte de nutrientes al sistema pelágico. Barros *et al.* (2015), en referencia al desplazamiento hacia el sur del Sistema de Alta Presión del Atlántico Sur, señalan que ha provocado un cambio en la dirección de los vientos más frecuentes en el área comprendida entre 35° y 39° LS, que han rotado desde el noreste (NE) hacia el este-noreste (ENE) e incluso el este (E). Estos vientos, si alcanzan cierta persistencia, pueden favorecer el desarrollo de fenómenos de surgencia en sectores costeros de Uruguay (Pimenta *et al.*, 2008; Luz Clara *et al.*, 2013) y de Argentina (Negri, *et al.*, 2010).

Otro efecto muy importante provocado por el aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> es la acidificación del océano, y representa una de las amenazas antropogénicas más importantes para la vida marina. Los cambios químicos en el agua de mar tienen el potencial de perturbar la calcificación, la regulación ácido-base, la circulación sanguínea y la respiración, así como el sistema nervioso de muchos organismos marinos, lo que conlleva cambios a largo plazo, tales como las tasas de crecimiento y reproducción reducidas (Fabry *et al.*, 2008). Los peces teleósteos son especialmente vulnerables durante las primeras etapas del ciclo ya que carecen de mecanismos internos especializados en la regulación del pH. Frommel *et al.* (2014) han demostrado que la exposición a niveles elevados de CO<sub>2</sub> produjeron un retraso en el crecimiento y el desarrollo de las larvas de bacalao, la disminución de la condición nutricional (índice ARN/ADN), y daño tisular grave en muchos órganos. Estos resultados aportan evidencias de que la acidificación del océano tiene el potencial de actuar como una fuente adicional de mortalidad natural, que afecta a las poblaciones de peces, particularmente a aquellas sometidas a explotación pesquera.

Las observaciones de series temporales constituyen un elemento crítico de la oceanografía. Estos monitoreos ambientales han sido considerados poco atractivos y subvalorados por muchas de las agencias encargadas de proveer financiación (Nisbet, 2007). Actualmente, ante la necesidad de evaluar el estado de los océanos y no contar con los medios necesarios, hay consenso en la comunidad científica sobre la necesidad de, no sólo fortalecer las series en desarrollo, sino de iniciar nuevos estudios continuados en el tiempo (Koslow y Couture, 2013). En este escenario de cambio climático en que se encuentra nuestro planeta con algunos efectos ya registrados en el océano mundial, es muy importante en el medio marino, además de contar con datos provenientes de sensores remotos y boyas, realizar mediciones *in situ* de variables ambientales y principalmente de la biología del océano, comprendiendo la taxonomía y fisiología del plancton, la estructura de las comunidades, dinámica de las tramas tróficas y procesos mesopelágicos (Doney, 2006; Ducklow, *et al.*, 2009).

## 5. Consideraciones Finales

---

Los registros de temperatura en ambas secciones fueron inferiores a los valores climatológicos calculados para el verano. A partir de la observación de las características térmicas y la distribución de nitrato registradas, esta transición estacional hacia el otoño, fue aún más evidente en la sección frente a Mar del Plata. La acción del viento del NE en el sector de Uruguay favoreció la extensión superficial del Agua del Río de la Plata hasta 200 km al este de la costa.

Las propiedades bio-ópticas mostraron variaciones amplias en la contribución de los distintos componentes que absorben luz en el mar, lo cual incide directamente en la eficacia de los algoritmos utilizados para estimaciones satelitales (por ejemplo de  $Cl_a$ ) en la zona. Así, el material orgánico disuelto, CDOM, exhibió una fuerte absorción de luz (hasta el doble que la del fitoplancton) en las aguas con influencia del Río de la Plata, resultando en una significativa relación inversa con la salinidad. Por otra parte los coeficientes específicos de absorción del fitoplancton fueron en general altos, congruente con la dominancia de células de pequeño tamaño en esta época del año.

El estudio de bacterias degradadoras de hidrocarburos contribuiría a evidenciar condiciones de alteraciones ambientales, como así también la posibilidad de caracterizar cepas de interés biotecnológico.

De acuerdo con la normativa internacional de aceptación de *V. parahaemolyticus* en productos de la pesca ( $< 10^2$  ufc  $g^{-1}$ ), el riesgo de padecer enfermedad por el consumo de productos pesqueros en la ZCP podría calificarse de "bajo". De todos modos, resulta necesaria la obtención de datos estacionales del ambiente y su biota, que refuercen estas conclusiones.

Los componentes del bacterioplancton, protozooplancton y particularmente la dominancia de la fracción más pequeña del fitoplancton, caracterizaron una trama trófica microbiana, por lo que el carbono biogénico se mantendría en el sistema pelágico.

En estrecha asociación con la composición de la fracción del fito- y protozooplancton, la comunidad de los copépodos también estuvo principalmente compuesta por estadios naupliares, copepoditos de pequeño porte y familias de adultos de talla menor a 1 mm. Cabe destacar que estos estadios fueron muy poco considerados hasta el momento en la ZCP, debido a la metodología de muestreo empleada.

En todas las estaciones en las que se registró la presencia de larvas la condición nutricional y *performance* de crecimiento fueron elevadas indicando que las características ambientales en el mes de marzo, dentro del área estudiada, serían apropiadas para el crecimiento y supervivencia de las larvas de anchoíta.

La importancia de este tipo de estudios multidisciplinarios, radica en que aportan un conocimiento fundamental para la comprensión del circuito de la materia en este sistema tan complejo y permiten determinar la existencia de áreas favorables para el crecimiento y la supervivencia de las larvas y por consiguiente brindan herramientas para el manejo integral de las pesquerías. Considerando que esta información estuvo limitada sólo a una época del año, sería muy importante poder repetir este tipo de estudios con una periodicidad estacional.

## **6. Agradecimientos**

---

Los autores agradecen muy especialmente el apoyo brindado por la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo para poder realizar la campaña en la que se hicieron los muestreos para el presente trabajo.

Contribución del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) N° 1980.

## 7. 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.
- ALHEIT, J., CIECHOMSKI, J.D., DJURFELDT, L., EBEL, C., EHRLICH, M.D., ELGUE, J.C., MANTERO, G., MATSUURA, Y., MIANZAN, H.W., NELLEN, W., ODERBRECHT, C., RAMIREZ, F.C., SÁNCHEZ, R.P., SHAFFER, G., VIÑAS, M.D. 1991. SARP Studies on Southwest Atlantic anchovy, *Engraulis anchoita*, off Argentina, Uruguay and Brasil. ICES, 46, 80 pp.
- ANTACLI, J.C., HERNÁNDEZ, D., SABATINI, M.E. 2011. Estimating copepods' abundance with paired nets: Implications of mesh size for population studies. *J. Sea Res.*, 63:71–77.
- AOYAMA, M., CARIGNAN, M., MOLINA, D., TERHELL, D., G., KNOCKAERT, M., BELL, S., BRAGA, E., PARANHOS, R., ANSTEY, C., PAYNE, C., BARWELL-CLARKE, J., RICHARDSON, W., MONTEIRO, I., DAI, M., ZHAO, Z., HU, Y., SUN, J., LARSEN, M., JENSEN, D., KEROUEL, R., RABILLER, E., PIERRE-DUPLESSIX, O., GROSSO, O., MORIN, P., RAIMBAULT, P., SCHÜTT, M., TANHUA, T., NAUSCH, G., WEIGELT-KRENZ, S., LUDWICHOWSKI, K., ÓLAFSDÓTTIR, R., ASHRAF, M., SARMA, V.V.S.S., KRESS, N., GIANI, M., FALCONI, C., KASAI, H., MIYAO, T., MURATA, A., KAMATA, M., YOSHIMURA, Y., SAITO, H., van OOIJEN, J., CRUMP, M., OLSEN, A., TISHCHENKO, P., SHULKIN, V., FAYAD, N., WALDRON, H., KANG, D., HYUN KIM, S., ÁLVAREZ, M., TORRES-VALDÉS, S., WOODWARD, M., TAYLOR, A., MAHAFFEY, C., ENGELKE, C., BRAND, T., COUCEIRO, F., BECKER, S., ZHANG, J-Z., SCHMIDT, C., BLUM, M., KROGLUND, K., MORDY, C., HENDERSON, P., RUTTENBERG, K., CURLESS, S., JENNINGS, J. Jr., NORRIS, E., PARADIS, G. & MÁRQUEZ, A. (2013). 2012 Inter-laboratory Comparison Study of a Reference Material for Nutrients in Seawater. Technical Report of the Meteorological Research Institute of Japan.
- ARMSTRONG, R.A., GILBES, F., GUERRERO, R., LASTA, C., BENAVIDES, H., MIANZAN, H., 2004. Validation of SeaWiFS-derived chlorophyll for the Rio de la Plata Estuary and adjacent waters. *Int. J. Remote Sens.*, 25: 1501-1505. AUSTIN, B. 2010. *Vibrios* as causal agents of zoonoses. *Vet. Microbiol.*, 140 (3-4): 310-317.
- AZAM, F., FENCHEL, T., FIELD, J. G., GRAY, J. S., MEYER-REIL, L. A., THINGSTAD, F. 1983. The ecological role of water column microbes in the sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 10: 257-263.
- BAILEY, K.M. Y HOUDE, E.D. 1989. Predation on eggs and larvae of marine fishes and the recruit problem. *Adv. Mar. Biol.* 25: 1-83.
- BALECH, E. 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. *Publ. Espec. Inst. Español Oceanogr.*, 1, 310 pp.
- BARDO: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero: Gabinete de Oceanografía Física - Base Regional de Datos Oceanográficos. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de la Nación. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. Paseo Victoria Ocampo N°1, Mar del Plata, Bs. As. Argentina
- BARROS, V. R., BONINSEGNA, J. A., CAMILLONI, I. A., CHIDIAC, M., MAGRÍN, G. O., RUSTICUCCI, M. 2015. Climate change in Argentina: trends, projections, impacts and adaptation. *WIREs: Climate Change*, 6: 151–169.

- BEJ, A.K., PATTERSON, D.P., BRASHER, C.W., VICHERY, M.C.L., JONES, D.D. KAYSNER, C.A. 1999. Detection of total and hemolysin producing *Vibrio parahaemolyticus* in shellfish using multiplex PCR amplification of tlh, tdh and trh. *J. Microbiol. Methods*, 36, 215–225.
- BERASATEGUI, A., MENU MARQUE, S., GÓMEZ ERACHE, M., RAMÍREZ, F., MIANZAN, H., ACHA, E. 2006. Copepod assemblages in a highly complex hydrographic region. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 66: 483-492.
- BIANCHI, A.A., RUIZ PINO, D., PERLENDER, H.G.I, OSIROFF, A.P., SEGURA, V., LUTZ, V., LUZ CLARA, M., BALESTRINI, C.F., PIOLA, A.R. 2009. Annual balance and seasonal variability of sea-air CO<sub>2</sub> fluxes in the Patagonia Sea: Their relationship with fronts and chlorophyll distribution. *J. Geophys. Res.: Oceans*, 114(C3): C03018.
- BINSZTEIN, N., COSTAGLIOLA, M.C., PICHEL, M., JURQUIZA, V., RAMÍREZ, F.C., AKSELMAN, R. VACCHINO, M, HUQ, A. COLWELL, R.R. 2004. Viable but nonculturable *Vibrio cholerae* O1 in the aquatic environment of Argentina. *Appl. Environ. Microbiol.*, 70: 7481-7486.
- BOLTOVSKOY, D. 1981. Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publ. Esp., INIDEP Mar del Plata, 936 pp.
- BOOTH, B.C. 1993. Estimating cell concentration and biomass of autotrophic plankton using microscopy. En: KEMP, P. F., SHERR, B. F., SHERR, E. B. Y COLE, J. J. (Ed.). *Handbook of Methodology in Aquatic Microbial Ecology*. Lewis Publishers. Boca Raton, FL: 199-205.
- BORSHEIM, K.Y. y BRATBAK, G. 1987. Cell volume to cell carbon conversion factors for a bacterivorous *Monas* sp. enriched from seawater. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 36: 171-175.
- BRAGA, E.S., CHIOZZINI, V. C., BERBEL, G.B.B., MALUF, J.C.C., AGUIAR, V.M.C., CHARO, M., MOLINA, D., ROMERO, S.I., EICHLER, B.B. 2008. Nutrient distributions over the Southwestern South Atlantic continental shelf from Mar del Plata (Argentina) to Itajaí (Brazil): Winter–summer aspects, *Cont. Shelf Res.* 28(13): 1649-1661.
- BRANDINI, F.P., BOLTOVSKOY, D., PIOLA, A., KOCMUR, S., RÖTTGERS, R., ABREU, P.C., LOPES, R.M., 2000. Multiannual trends in fronts and distribution of nutrients and chlorophyll in the southwestern Atlantic (30–62°S). *Deep-Sea Res. (1 Oceanogr. Res. Pap.)* 47: 1015–1033.
- BRASHER, C.W., DEPAOLA, A., JONES, D.D. and BE, A.K. 1998. Detection of microbial pathogens in shellfish with multiplex PCR. *Curr. Microbiol.* 37: 101–107.
- BRATBAK, G. 1985. Bacterial biovolume and biomass estimations. *Appl. Environ. Microbiol.*, 49: 1488-1493.
- BRUNET C., JOHNSEN G., LAVAUD J., ROY S. 2011. Pigments and photoacclimation processes. En: ROY, S., LLEWELLYN, C., EGELAND, E., GEIR, J.(Ed.) *Phytoplankton Pigments* Cambridge Press University: 445-471.
- BUCKLEY, L.J., CALDARONE, E.M., CLEMMESSEN, C. 2008. Multi-species larval fish growth model based on temperature and fluorometrically derived RNA/DNA ratios: results from a meta-analysis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 371: 221-232.
- CALDARONE, E.M., WAGNER, M., ST. ONGE-BURNS, J., BUCKLEY, L.J., 2001. Protocol and guide for estimating nucleic acids in larval fish using a fluorescence microplate reader. Northeast Fisheries Science Center Reference Documents 11, 1–22, Available from: National Marine Fisheries Service, 166 Water Street, Woods Hole, MA 02543-1026, USA



- CARRETO, J. I., NEGRI, R. M. H.R. BENAVIDES. 1986. Algunas características del florecimiento del fitoplancton en el frente del Río de la Plata. I: Los sistemas nutritivos. Rev. Invest. Des. Pesq., 5: 7 - 29.
- CARRETO, J.I., CARIGNAN, M.O. MONTOYA, N.G., 2005. A high-resolution reverse-phase liquid chromatography method for the analysis of mycosporine-like amino acids (MAAs) in marine organisms. Mar. Biol., 146(2): 237-252.
- CARRETO, J.I., LUTZ, V.A., CARIGNAN, M.O., CUCCHI COLLEONI, A.D., DE MARCO, S.G. 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.
- CARRETO, J.I., MONTOYA, N.G., AKSELMAN, R., CARIGNAN, M.O., SILVA, R.I. CUCCHI-COLLEONI, D.A., 2008. Algal pigment patterns and phytoplankton assemblages in different water masses of the Rio de la Plata Maritime Front. Cont. Shelf Res. 28: 1589–1606.
- CARRETO, J.I., MONTOYA, N.G., BENAVIDES, H.R., GUERRERO, R. CARIGNAN, M.O., 2003. Characterization of spring phytoplankton communities in the Río de La Plata maritime front using pigments signatures and cell microscopy. Mar. Biol. 143: 1013–1023.
- CEPEDA, G.D., DI MAURO, R.P., HOZBOR, M.C., CUCCHI COLLEONI, D., HERNÁNDEZ VIÑAS, M.D. 2015. Spatial variation in life-history traits of *Oithona* spp. in a shallow temperate estuarine system (Río de la Plata, south-west Atlantic) during spring. Mar. Fresh. Res. 66: 795-804.
- CHRISTAKI, U., JACQUET, S., DOLAN, J. R., VAULOT, D. RASSOULZADEGAN, F. 1999. Growth and grazing on *Prochlorococcus* and *Synechococcus* by two marine ciliates. Limnol. Oceanogr., 44 (1): 52-61.
- CHRISTAKI, U., VÁZQUEZ-DOMÍNGUEZ, E., COURTIÉS, C. LEBARON, P. 2005. Grazing impact of different heterotrophic nanoflagellates on eukaryotic (*Ostreococcus tauri*) and prokaryotic picoautotrophs (*Prochlorococcus* and *Synechococcus*). Environ. Microbiol., 7 (8): 1200-1210.
- CHUN, J., HUQ, A. COLWELL, R. R. 1999 Analysis of 16S-23S rRNA intergenic spacer regions of *V. cholerae* and *V. mimicus*. Appl. Environ. Microbiol., 65: 2202–2208.
- CIECHOMSKI, J.D. d. y WEISS, G. 1974. Distribución de huevos y larvas de merluza *Merluccius hubbsi*, en las aguas de la plataforma de la Argentina y del Uruguay en relación con la anchoíta, *Engraulis anchoita* y las condiciones ambientales. Physis 33(86): 185-198.
- CIECHOMSKI, J.D.d., EHRLICH, M.D., LASTA, C.A. SÁNCHEZ, R.P. 1981. Distribución de huevos y larvas de peces en el Mar Argentino y evaluación de los efectivos de desovantes de anchoíta y de merluza. Contr.INIDEP 383: 59-79.
- CIECHOMSKI, J. y SÁNCHEZ, R.P. 1988. Análisis comparativo de las estimaciones de biomasa de la anchoíta (*Engraulis anchoita*) en el Atlántico Sudoccidental en diferentes años y distintas metodologías. Publ. Com. Tec. Mix. Fr. Mar 4: 117-131.
- CIOTTI, A.M., ODEBRECHT, C., FILLMANN, G., MÖLLER Jr., O.O. 1995. Freshwater outflow and subtropical convergence influence on phytoplankton biomass on the southern Brazilian continental shelf. Cont. Shelf Res.15 (14): 1737–1756.
- CLEMMESSEN, C. 1994. The effect of food availability, age or size on the RNA/DNA ratio of individually measured herring larvae: laboratory calibration. Mar. Biol. 118: 377-382.

- CLEMMESSEN, C.M., SÁNCHEZ, R.P., WONGTS-CHOWSKI, C. 1997. A regional comparison of nutritional condition of SW Atlantic anchovy larvae (*Engraulis anchoita*) based on RNA/DNA ratios. Arch Fish Mar Res, 45: 17-43.
- COSTAGLIOLA, M., LÓPEZ, A., MALASPINA, A., GUERRERO, R., MEDINA, D., ODIZZIO, M., ABELLENDA, A., FRISS DE KERECKI, C. 2000. Study of the presence of *Vibrio cholerae* on the Argentine-Uruguayan common fisheries zone. Period 1992–1996. Publ. Com. Tec. Mix. Fr. Mar 18A: 53–58.
- CUEVAS, A. y MORALES, C. 2006. Nanoheterotroph grazing on bacteria and cyanobacteria in oxic and suboxic waters in coastal upwelling areas off northern Chile. J. Plankton Res. 28: 385-397.
- CUPP, E.E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. University of California press, 237 pp.
- CUSHING D. H. 1989. A difference in structure between ecosystems in strongly stratified waters and in those that are only weakly stratified. J Plankton Res 11: 1-13.
- DAVIS, P.G. y SIEBURTH, J.M. 1982. Differentiation of phototrophic and heterotrophic nanoplankton populations in marine waters by epifluorescence microscopy. Ann. Inst. Oceanogr. Paris (Nouv. Ser.), 58: 249-260.
- DEPAOLA, A., KAYSNER, C.A., BOWERS, J. COOK, D.W. 2000. Environmental investigations of *Vibrio parahaemolyticus* in oysters after outbreaks in Washington, Texas, and New York (1997 and 1998). Appl. Environ. Microbiol. 66: 4649–4654.
- DI MAURO, R.P., CAPITANIO, F.L. 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. Ocean., 57(3): 205-214.
- DIAZ, M.V. y PÁJARO, M. 2012. Protocolo para la determinación de ácidos nucleicos en larvas de peces. Informe de investigación (INIDEP) 20,9 pp.
- DIAZ, M.V. y PÁJARO, M. 2013. Estudio de la condición nutricional de larvas de la población bonaerense de anchoíta (*Engraulis anchoita*) en relación con las características hidrográficas del área de crianza. Rev. Invest. Desarr. Pesq. 23: 107-127.
- DIAZ, M.V., DO SOUTO, M., PERALTA, M., PÁJARO, M., SPINELLI, M., SARACENO, M., BALESTRINI, C., CAPITANIO, F. (en prensa). Comer o ser comido: factores que determinan la condición nutricional de larvas de *Engraulis anchoita* de la población patagónica de la especie. Ecología Austral.
- DIAZ, M.V., PÁJARO, M., OLIVAR, M.P., MARTOS, P., MACCHI, G.J. 2011. Nutritional condition of Argentine anchovy, *Engraulis anchoita*, larvae in connection with nursery ground properties. Fish. Res. 109: 330-341.
- DICKSON, A. G. y GOYET, C. 1994. Handbook of methods for the analysis of the various parameters of the carbon dioxide system in sea water. Version 2 (No. ORNL/CDIAC--74). Oak Ridge National Lab., Tennessee. United States. 187 pp.
- DICKSON, A. G.; SABINE, C. L. CHRISTIAN, J. R. 2007. Guide to best practices for ocean CO<sub>2</sub> measurements. PICES Special Publication 3, North Pacific Marine Science Organization. British Columbia. 176 pp.

- DOGLIOTTI, A.I., RUDDICK, K.G., NECHAD, B., DOXARAN, D., KNAEPS, E. 2015. A single algorithm to retrieve turbidity from remotely-sensed data in all coastal and estuarine waters. *Remote Sens. Environ.* 156: 157-168.
- DONEY, S. C. 2006. Plankton in a warmer world. *Nature* 444: 695-696
- DUCKLOW, H.W., DONEY, S.C., STEINBERG D. K. 2009. Contributions of Long-Term Research and Time-Series Observations to Marine Ecology and Biogeochemistry. *Annu. Rev. Mar. Sci.* 1: 279-302
- EDLER, L. y ELBRÄCHTER, M. 2010. The Utermöhl method for quantitative phytoplankton analysis. En KARLSON, B. CUSACK, C. y BRESNAN, E. (Eds.). *Microscopic and molecular methods for quantitative phytoplankton analysis. Manuals and Guides, Vol. 55.* Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO: 13-20.
- ELGUE, J.C., ALAMON, M., LA BUONORA, D. 1987. Una descripción de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya mediante el análisis de componentes principales de parámetros ambientales y datos de fitoplancton para el invierno de 1983. *Publ. Com. Tec. Mix. Fr. Mar* 3: 103-108.
- FABRY, V. J., SEIBEL, B. A., FEELY, R. A. y ORR, J. C. 2008. Impacts of ocean acidification on marine fauna and ecosystem processes. *ICES J. Mar. Sci.* 65: 414-432
- FDA BAM 2004. *Bacteriological Analytical Manual Chapter 9: Vibrio.* Food & Drug Administration, Bacteriological Analytical Manual, Washington DC.
- FEELY, R.A., DONEY, S.C., COOLEY, S.R. 2009. Ocean acidification: present conditions and future changes in a high-CO<sub>2</sub> world. *Oceanography*, 22(4): 36-47.
- FENCHEL, T. 1988. Marine plankton food chains. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 19: 19-38.
- FIELDS, P.A., GRAHAM, J.B., ROSENBLATT, R.H., SOMERO, G.N. 1993. Effects of expected global climate change on marine faunas. *Trends Ecol. Evol.*, 8: 361-367.
- FROMMEL, A., MANEJA, R.H., LOWE, D.M., PASCOE, C.K., GEFFEN, A., FOLKVORD, A., PIATKOWSKI, U., CLEMMESSEN, C.M., 2014. Organ damage in Atlantic herring larvae as a result of ocean acidification. *Ecol. Appl.*, 24: 1131-1143.
- GALLIENNE, C.P. y ROBINS, D.B. 2001. Is *Oithona* the most important copepod in the world's oceans? *J. Plankton Res.*, 23: 1421-1432.
- GARCIA, C.A.E. y GARCIA, V.M.T. 2008. Variability of chlorophyll-a from ocean color images in the La Plata continental shelf region. *Cont. Shelf Res.*, 28(13): 1568-1578.
- GAYOSO, A.M. 1999. Seasonal succession patterns of phytoplankton in the Bahía Blanca Estuary. *Bot. Mar.* 42: 367-375.
- GAYOSO, A.M. y PODESTÁ, G.P. 1996. Hydrography and phytoplankton of the Brazil-Malvinas Currents Confluence. *J. Plankton Res.*, 18: 941-951.
- GOVONI, J. J. 2005. Fisheries oceanography and the ecology of early life histories of fishes: a perspective over fifty years. *Sci. Mar. (Barc.)*, 69(1): 125-137.
- GRANSKOG, M.A., MACDONAL, R.W., MUNDY, C.J., BARBER, D.G. 2007. Distribution, characteristics and potential impacts of chromophoric dissolved organic matter (CDOM) in Hudson Strait and Hudson Bay, Canada. *Cont. Shelf Res.*, 27(15): 2032-2050.

- GRASSHOFF, K. y EHRHARDT, M. 1983. Automatic Chemical Analysis. En: GRASSHOFF, K., EHRHARDT, M. y KREMLING, K. (Eds.). *Methods of Seawater Analysis*. Weinheim, Verlag Chemie: 263-295.
- GUERRERO, R. y PIOLA, A. 1997. Masas de agua en la plataforma continental. En: BOSCHI, E.E. (Ed.), *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros*, Tomo 1: 107 -118. Antecedentes históricos de las exploraciones en el mar y las características ambientales. Inst. Nac. Invest. Desarr. Pesq. (Mar del Plata).
- GUERRERO, R., PIOLA, A., MOLINARI, G., OSIROFF, A., JÁUREGUI, S. 2010. Climatología de Temperatura y Salinidad en el Río de la Plata y su Frente Marítimo. Argentina-Uruguay. Inst. Nac. Invest. Desarr. Pesq. (Mar del Plata), 95pp.
- HARLEY, C. D. G., HUGHES, A. R., HULTGREN, K. M., MINER, B. G., SORTE, C. J. B., THORNER, C. S., RODRIGUEZ, L. F., TOMANEK, L., WILLIAMS, S. L. 2006. The impacts of climate change in coastal marine systems. *Ecol. Lett.* 9: 228-41.
- HILLEBRAND, H., DÜRSELEN, C.D, KIRSCHTEL, D., POLLINGHER, U., ZOHARY, T. 1999. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *J. Phycol.* 35: 403-424.
- HOEPFFNER, N. y SATHYENDRANATH, S. 1992. Bio-optical characteristics of coastal waters: Absorption spectra of phytoplankton and pigment distribution in the western North Atlantic. *Limnol. Oceanogr.*, 37 (8): 1660-1679.
- HOFMANN, A.F., SOETAERT, K., MIDDELBURG, J.J. MEYSMAN, F. J. R. 2010. Aqua Env - an Aquatic acid-base modelling Environment R. *Aquat. Geochem.* 16:507-546.
- HOLM-HANSEN, O. LORENZEN, C.J., HOLMES, R.W., STRICKLAND, J.D.H., 1965. Fluorometric determination of chlorophyll. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 30(1): 3-15.
- HOPCROFT, R.; ROFF, J. LOMBARD, L. 1998. Production of tropical copepods in Kingston Harbour, Jamaica: the importance of small species. *Mar. Biol.*, 130: 593-604.
- HOPCROFT, R.; ROFF, J. CHAVEZ, F. 2001. Size paradigms in copepod communities: a reexamination. *Hydrobiologia*, 453/454: 133-141.
- HOZBOR, M.C., HERNÁNDEZ, D.R., CUCCHI COLLEONI, A.D., COSTAGLIOLA, M.C., PERESSUTTI, S.R. 2013. Biomasa y distribución espacial del bacterioplancton en el sector norte de la plataforma continental argentina (34° - 41° S). *Rev. Invest. Desarr. Pesq.* N°23:145-160.
- HUNTER, J.R. 1982. Predation. En: LASKER (Ed.) *Marine Fish Larvae: Morphology, Ecology and Relation to Fisheries*. R. Seattle, WA: University of Washington Press, 60-76.
- HYDES, D., AOYAMA, M., AMINOT, A., BECKER, S., COVERLY, S., DANIEL, A., DICKSON, A., GROSSO, O., KEROUEL, R., VAN OOIJEN, J., SATO, K., TANHUA, T., WOODWARD, E., SANG, J. 2010. Determination of Dissolved Nutrients in Seawater. The GO-SHIP Repeat Hydrography Manual: A Collection of Expert Reports and Guidelines, IOCCP Report No. 14, 88 pp.
- IPCC Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [CORE WRITING TEAM, R.K. PACHAURI AND L.A. MEYER (Eds.)]. Geneva, Switzerland, 151 pp.
- ISHII, M.,INOUE, H.Y., MATSUEDA, H., TANOUE, E. 1998. Close coupling between seasonal biological production and dynamics of dissolved inorganic carbon in the Indian Ocean sector and the western Pacific Ocean sector of the Antarctic Ocean. *Deep-Sea Res. (1 Oceanogr. Res. Pap.)*, 45(7): 1187-1209. ISO/TS 21872-1. 2007. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the detection of

- potentially enteropathogenic *Vibrio* spp. - Part 1: Detection of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio cholerae*. International Organization for Standardization (ISO), Suiza. 26 pp.
- JEFFREY, S.W. y WRIGHT, S.W., 1997. Qualitative and quantitative HPLC analysis of SCOR reference algal cultures. En: JEFFREY, S.W., MANTOURA, R.F.C., WRIGHT, S.W. (Eds.), *Phytoplankton pigments in oceanography: guidelines to modern methods*, vol. 10. UNESCO Monographs on Oceanographic Methodology, Paris, 343–360.
- JURQUIZA, V y COSTAGLIOLA, M. 2014. Detección de *Vibrio parahaemolyticus* en moluscos bivalvos de la costa de la provincia de Buenos Aires. *Inf. Invest. INIDEP N 058*, 11 pp.
- KANSTINGER, P. y PECK, M.A. 2009. Co-occurrence of European sardine (*Sardina pilchardus*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and sprat (*Sprattus sprattus*) larvae in southern North Sea habitats: Abundance, distribution and biochemical-based condition. *Sci. Mar. (Barc.)* 73(S1): 141-152.
- KIM, Y.B., OKUDA, J., MATSUMOTO, C., TAKAHASHI, N., HASHIMOTO, S. y NISHIBUCHI, M. 1999. Identification of *Vibrio parahaemolyticus* strains at the species level by PCR targeted to the *toxR* gene. *J. Clin. Microbiol.* 37: 1173–1177.
- KISHINO, M., TAKAHASHI, M., OKAMI, N. ICHIMURA, S., 1985. Estimation of the spectral absorption coefficients of phytoplankton in the sea. *Bull. Mar. Sci.*, 37(2): 634-642.
- KOGAN, M. 2005. Estudio de la Composición específica, abundancia y distribución espacial del microzooplancton (protozoos y micro-metazoos) en el estuario del Río de La Plata (Argentina-Uruguay). Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. 186 pp.
- KONO, N., TSUKAMOTO, ZENITANI, H. 2003. RNA:DNA ratio for diagnosis of the nutritional condition of Japanese anchovy *Engraulis japonicus* larvae during the first-feeding stage. *Fish Sci.* 69: 1096-1102.
- KOSLOW J.A. y COUTURE J. 2013. Follow the fish. *Nature*, 502: 163-164.
- LEAKEY, R. J. G., BURKILL, P. H., SLEIGH, M. A. 1992. Planktonic ciliates in Southampton Water: abundance, biomass, production, and role in pelagic carbon flow. *Mar. Biol.*, 114 (1): 67-83.
- LEGENDRE, L. y RASSOULZADEGAN, F. 1995. Plankton and nutrient dynamics in marine waters. *Ophelia*, 41: 153-172.
- LOFERER-KRÖBBACHER, M., KLIMA, J. PSENNER, R. 1998. Determination of Bacterial Cell Dry Mass by Transmission Electron Microscopy and Densitometric Image Analysis. *Appl. Environ. Microbiol.*, 64 (2): 688-694.
- LUCAS, A., GUERRERO, R., MIANZAN, H., ACHA, M., LASTA, C. 2005. Coastal oceanographic regimes of the Northern Argentine Continental Shelf (34-43S). *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 65 : 405-420.
- LUTZ, V.A., SEGURA, V., DOGLIOTTI, A.I., GAGLIARDINI, D.A., BIANCHI, A.A., BALESTRINI, C.F. 2010. Primary Production in the Argentine Sea during spring estimated by field and satellite models. *J. Plankton Res.*, 32 (2): 181-195.
- LUZ CLARA, M., SIMIONATO, C., CAMPETELLA, C., MOREIRA, D., GUERRERO, R. 2013. Surgencia, ¿Un fenómeno común en la costa norte del Río de la Plata exterior? *Publ. Com. Tec. Mix. Fr. Mar.* Vol. 23, 275 - 290.
- MACHADO, I., BARREIRO, M., CALLIARI, D. 2013. Variability of chlorophyll-a in Southwestern Atlantic from satellite images: Seasonal cycle and ENSO influences. *Cont. Shelf Res.* 53: 102-109.

- MALONE, T. y DUCKLOW, H. W. 1990. Microbial biomass in the coastal plume of Chesapeake Bay: phytoplankton bacterioplankton relationships. *Limnol. Oceanogr.* 35: 296-312.
- MARGALEF, R. 1978. Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment. *Oceanol. Acta* 1: 493-509.
- MARQUIS, E., NIQUIL, N., VE'ZINA, A. F., PETITGAS, P., AND DUPUY, C. 2011. Influence of planktonic foodweb structure on a system's capacity to support pelagic production: an inverse analysis approach. *ICES J. Mar. Sci.* 68: 803-812.
- MARTÍNEZ, A., ORTEGA, L. 2007. Seasonal trends in phytoplankton biomass over the Uruguayan Shelf. *Cont. Shelf Res.*, 27: 1747-1758.
- MARTÍNEZ, G., BRUGNOLI, E., HERNÁNDEZ, J., FROUIN, R. y VIZZIANO, D., 2005. How valid is the SeaWiFS estimation of chlorophyll-a at the Río de la Plata estuary and its area of influence? In: R.J. FROUIN, H. KAWAMURA AND D. PAN (Ed), SPIE Conference 2005-Active and Passive Remote Sensing of the Oceans. SPIE, Honolulu, HI.
- MARTÍNEZ-URTAZA, J., BOWERS, J., TRINANES, J. y DEPAOLA, A. 2010. Climate anomalies and the increasing risk of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* illnesses. *Food Res. Int.* 43 (7): 1780-90.
- MARTÍNEZ-URTAZA, J., HUAPAYA, B., GAVILÁN, R.G., BLANCO-ABAD, V., ANSEDE- BERMEJO, J., CADARSO-SUÁREZ, C., FIGUERAS, A., TRINANES, J. 2008. Emergence of asiatic *Vibrio* diseases in South America in phase with El Niño. *Epidemiology* 19(6): 829-37.
- MAZZOCCHI, M.G., LICANDRO, P., DUBROCA, L., DICAPUA, I., SAGGIOMO, V. 2011. Zooplankton associations in a Mediterranean long-term time-series. *J. Plankton Res.*, 33 (8): 1163-1181.
- MENDEN-DEUER, S. y LESSARD, E.J. 2000. Carbon to Volume Relationships for Dinoflagellates, Diatoms, and Other Protist Plankton. *Limnol. Oceanogr.*, 45 (3): 569-579.
- MILESSI, A., BRUNO, I., COZZOLINO, E., WIFF, R. 2013. First record of *Pomacanthus paru* in the Río de la Plata, Argentina. *Marine Biodiversity Records*, 6: e 128.
- MITCHELL, B.G. 1990. Algorithms for Determining the Absorption Coefficient of Aquatic Particulates Using the Quantitative Filter Technique (QFT). *Ocean Optics X*, Orlando, Florida, SPIE.
- MOLLER, O., PIOLA, A., FREITAS, A., CAMPOS, E. 2008. The effects of river discharge and seasonal winds on the shelf off southeastern South America. *Cont. Shelf Res.*, Vol, 28 (13):1607-1624.
- MONTOYA, N.G., CARIGNAN, M.O., BENAVIDES H.R. 2014. Resultados de la campaña ambiental OB-03/2013. Objetivo: ecología del fitoplancton nocivo en el área del tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo Inf. Invest. INIDEP N° 70, 9pp.
- NEGRI, R.M., BENAVIDES, H.R., CARRETO, J.I. 1988. Algunas características del florecimiento del fitoplancton en el frente del Río de la Plata. II: Las asociaciones fitoplanctónicas. *Publ. Com. Tec. Mix. Fr. Mar.* 4: 151 - 161.
- NEGRI, R.M., AKSELMAN, R., CARIGNAN, M., CUCCHI-COLLEONI, D., DIAZ, M.; DIOVISALVI, N., HOZBOR, C., LEONARDUZZI, E., LUTZ, V., MOLINARI, G., PÁJARO, M., SILVA, R. SEGURA, V., VIÑAS, M.D. 2010. Plankton Community and Environmental Conditions During a Mid Shelf Waters Intrusion and Upwelling at the EPEA Station (Argentina). *Eos Trans. AGU*, 91(26), Jt. Assem. Suppl., Abstract OS33B-04.

- NISBET, E. 2007. Cinderella science. *Nature* 450: 789-790.
- ORR, J.C., FABRY, V.J., AUMONT, O., BOPP, L., DONEY, S.C., FEELY, R.A., GNANADESIKAN, A., GRUBER, N., ISHIDA, A., JOOS, F., KEY, R.M., LINDSAY, K., MAIER-REIMER, E., MATEAR, R., MONFRAY, P., MOUCHET, A., NAJJAR, R.G., PLATTNER, G.-K., RODGERS, K.B., SABINE, C.L., SARMIENTO, J.L., SCHLITZER, R., SLATER, R.D., TOTTERDELL, I.J., WEIRIG, M.-F., YAMANAKA Y. y YOOL, A. 2005. Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms. *Nature*, 437(7059):681-686.
- ORTEGA, L., MARTINEZ, A. 2007. Multiannual and seasonal variability of water masses and fronts over the uruguayan shelf. *J Coastal Res*, 23,3:615-629. doi:10.2112/04-0221.1.
- PÁJARO, M., MARTOS, P., LEONARDUZZI, E., MACCHI, G.J., DIAZ, M.V., BROWN, D.R. 2008. Estrategia de puesta de la anchoita (*Engraulis anchoita*) en el Mar Argentino y Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya. *Inf. Téc. INIDEP* N° 11,14pp.
- PÁJARO, M.; LEONARDUZZI, E.; MACHINANDIARENA, L. y EHRlich, M. D. 2015. Distribucion y abundancia de ictioplancton en la campaña ambiental en la ZCPAU 2014. *Inf. Invest. INIDEP* N°5.
- PEDETTA A., POUYTE K., HERRERA SEITZ K., BABAY P.A., ESPINOSA M., COSTAGLIOLA M., STUDDERT C., PERESSUTTI S.R. 2013. Phenanthrene degradation and strategies to improve bioavailability by microorganisms isolated from brackish sediments. *Int Biodeter Biodegr.* 84: 161-167.
- PERESSUTTI S.R. y COSTAGLIOLA M. 2005. Estudio de bacterias degradadoras de hidrocarburos en ambientes marinos y estuariales. *Inf. Téc. INIDEP* N° 027.
- PERESSUTTI S.R., OLIVERA N.L., BABAY P.A., COSTAGLIOLA M., ALVAREZ H.M. 2008. Degradation of linear alkylbenzene sulfonate by a bacterial consortium isolated from the aquatic environment of Argentina. *J. Appl. Microbiol.*, 105: 476-484.
- PEREZ CENCI, M., CALÓ, G.F., SILVA, R.I., NEGRI, R.M. y SALERNO, G.L. 2014. The First Molecular Characterization of Picocyanobacteria from the Argentine Sea. *J. Mar. Biol.*, 2014: 8.
- PERRY, A.L., LOW, P.J., ELLIS, J.R. y REYNOLDS, J.D. 2005. Climate change and distribution shifts in marine fishes. *Science*, 308: 1912-1915.
- PETTIGROSSO, R. E. 2003. Planktonic ciliates Choerotrachida and Strombidiida from the inner zone of Bahía Blanca Estuary, Argentina. *Iheringia. Zoologia*, 93: 117-126.
- PIMENTA, F., GARVINE, R.W., MÜNCHOW, A. 2008. Observations of coastal upwelling off Uruguay downshelf of the Plata estuary, South America. *J. Mar. Res.*, 66: 835-872.
- PIOLA, A., CAMPOS, E., MOLLER, O., CHARO, M., MARTINEZ, C. 2000. Subtropical Shelf Front of Eastern South America. *J Geophys Res*, 105 (C3): 6565-6578.
- PIOLA, A., MATANO, R., PALMA, E., MOLLER, O., CAMPOS, E. 2005. The influence of the Plata River discharge on the western South Atlantic shelf. *Geophys. Res. Lett.*, 32, LXXXIX, doi:10.1029/2004GL021638.
- PIOLA, A.R., ROMERO, S.I. ZAJCKOVSKI, U., 2008. Space-time variability of the Plata plume inferred from ocean color. *Cont. Shelf Res.*, 28(13): 1556-1567.
- PORTER, K.G. y FEIG, Y.S. 1980. The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora. *Limnol. Oceanogr.*, 25: 943-948.

- POSCH, T., LOFERER-KRÖSSBACHER, M., GAO, G., ALFREIDER, A., PERNTHALER, J., PSENNER, R. 2001. Precision of bacterioplankton biomass determination: a comparison of two fluorescent dyes, and of allometric and linear volume-to-carbon conversion factors. *Aquat. Microb. Ecol.*, 25 (1): 55-63.
- PURCELL, J.E. 1985. Predation on fish eggs and larvae by pelagic cnidarians and ctenophores. *Bull. Mar. Sci.* 37:739-755.
- PURCELL, J.E y ARAI, M.N. 2001. Interactions of pelagic cnidarians and ctenophores with fish: a review. *Hydrobiologia* 451:27-44.
- PUTT, M. y STOECKER, D.K. 1989. An Experimentally Determined Carbon: Volume Ratio for Marine "Oligotrichous" Ciliates from Estuarine and Coastal Waters. *Limnol. Oceanogr.*, 34 (6): 1097-1103.
- RICHARDSON, A.J. y SCHOEMAN, D.S. 2004. Climate impact on plankton ecosystems in the northeast Atlantic. *Science*, 305: 1609-1612.
- RIEBESELL, U., KÖRTZINGER, A., OSCHLIES, A. 2009. Sensitivities of marine carbon fluxes to ocean change. *PNAS*, 106(49): 20602-20609 pp.
- RIVERA, I. N., LIPP, E., GIL, A., CHOOPUN, N., HUQ, A., COLWELL, R.R. 2003. Method of DNA extraction and application of multiplex polymerase chain reaction to detect toxigenic *Vibrio cholerae* O1 and O139 from aquatic environments. *Environ. Microbiol.*, 5: 599-606.
- RON E.Z. y ROSENBERG E. 2014. Enhanced bioremediation of oil spills in the sea. *Curr. Opin. Biotechnol.*, 27: 191-194.
- ROUND, F.E., CRAWFORD R. M, MANN D.G. 1990. The diatoms: Biology and morphology of the genera. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- ROY, S. LLEWELLYN, A.C., EGELAND, S.E. JOHNSEN, G., 2011. Phytoplankton Pigments Characterization, Chemotaxonomy and Applications in Oceanography. Cambridge Environmental Chemistry Series, 845 pp.
- SANCHEZ, R.P. 1995. Patrones de distribución espacio temporal de los estadios embrionarios y larvales de *Engraulis anchoita* (Hubbs y Marini 1935) a micro y macroescala. Su relación con la supervivencia y el reclutamiento. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 630 pp.
- SANDERS, R. W., BERNINGER, U.-G., LIM, E. L., KEMP, P. F., CARON, D. A. 2000. Heterotrophic and mixotrophic nanoplankton predation on picoplankton in the Sargasso Sea and on Georges Bank. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 192: 103-118.
- SANTOFERRARA, L.F., GÓMEZ, M.I., ALDER, V.A. 2011. Bathymetric, latitudinal and vertical distribution of protozooplankton in a cold-temperate shelf (southern Patagonian waters) during winter. *J. Plankton Res.*, 33 (3): 457-468.
- SANTOS, B. y RAMÍREZ, F.C. 1991. Variación estacional de las asociaciones de copépodos en una transecta de la plataforma argentina. *Bol. Inst. Oceanogr.*, 39 (1): 71-86.
- SATHYENDRANATH, S., 2000. General Introduction. In: SATHYENDRANATH, S. (Ed), Remote Sensing of Ocean Colour in Coastal, and Other Optically-Complex, Waters. Reports of the International Ocean-Colour Coordinating Group. IOCCG, Dartmouth, Canada, 5-21 pp.
- SATO, N.E., HERNÁNDEZ, D., VIÑAS, M.D. 2011. Hábitos alimentarios de las larvas de *Engraulis anchoita* (Hubbs y Marini, 1935) en las aguas costeras de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *LAJAR.*, 39: 16-24.



- SCANLAN, D. J., OSTROWSKI, M., MAZARD, S., DUFRESNE, A., GARCZAREK, L., HESS, W. R., POST, A. F., HAGEMANN, M., PAULSEN, I., PARTENSKY, F. 2009. Ecological Genomics of Marine Picocyanobacteria. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, 73 (2): 249-299.
- SCHLEGEL, H.G., KALTWASSER, H. GOTTSCHALK, G. 1961. A submersion method for culture of hydrogen-oxidizing bacteria: growth physiological studies. *Arch Microbiol*, 38: 209-222.
- SCHLOSS, I.R., FERREYRA, G.A., FERRARIO, M.E., ALMANDOZ, G.O., CODINA, R., BIANCHI, A.A., BALESTRINI C.F., OCHOA, H.A., RUIZ PINO, D. POISSON, A. 2007. Role of plankton communities in sea-air variations in pCO<sub>2</sub> in the SW Atlantic Ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 332: 93-106.
- SHANKS, A.L., McCULLOCH, A., MILLER, J. 2003. Topographically generated fronts, very near-shore oceanography and the distribution of larval invertebrates and holoplankters. *J Plankton Res.*, 25 (10): 1251-1277.
- SHERR, E.B. y SHERR, B.F. 1988. Role of microbes in pelagic food webs: A revised concept. *Limnol.Oceanogr.*, 33 (5): 1225-1227.
- SILVA SAN CRISTÓBAL, W., OLEA, A, CACHICAS CUBILLOS, V., FERNÁNDEZ ÓRDENES, J., IBÁÑEZ CABRERA, D., HORMAZÁBAL, J.C., GARCÍA MORENO, J., MALDONADO BALLESTEROS, A. 2008. Aislamiento, Identificación y caracterización de *Vibrio parahaemolyticus*. Manual de Procedimientos. OPS. Ministerio de Salud - Instituto de Salud Pública. Chile. 44 pp.
- STRICKLAND J.D.H. y PARSONS, T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Second Edition. *B Fish. Res. Board Can.* N°167, 310 pp.
- TAYLOR, G.T., MULLER-KARGER, F.E., THUNELL, R.C., SCRANTON, M.I., ASTOR, Y., VARELA, R., TROCCOLI GHINAGLIA, L., LORENZONI, L., FANNING, K.A., HAMEED, S., DOHERTY, O. 2012. Ecosystem responses in the southern Caribbean Sea to global climate change. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 109 (47): 19315-19320.
- THRONDSSEN, J. 1978. Preservation and storage. En: SOURNIA, A. (Ed.). *Phytoplankton manual*. UNESCO Monogr. Oceanogr. Method. UNESCO. 6: 69-74
- TOMAS, C.R., 1997. Identifying marine phytoplankton. Academic Press, 858 pp.
- TURNER, J. 2004. The importance of small planktonic copepods and their roles in pelagic marine food webs. *Zool. Stud.*, 43 (2): 255-266
- VERITY, P.G. y SIERACKI, M.E. 1993. Use of color image analysis and epifluorescence microscopy to measure plankton biomass. En: KEMP, P.F., SHERR, B.F., SHERR, E.B. COLE, J.J. (Eds.). *Handbook of Methodology in Aquatic Microbial Ecology*. Lewis Publishers. Boca Raton: 187-197.
- VERONA, C., CARRETO, J.I., RAMÍREZ, F.C., ROA, A.B. 1972. Plancton y condiciones ecológicas en las aguas de la plataforma bonaerense, frente a Mar del Plata. Campaña «Transección 1». Doc. Tec. prel., *Proy. Des. Pesq.* (24):1-35.
- VERVOORT, W. y RAMÍREZ, F.C. 1966. *Hemicyclops thalassius* nov. speci. (Copepoda, Cyclopoida) from Mar del Plata, with revisionary notes on the family Clausidiidae. *Zool. Med.* 41 (13):195-220.
- VIÑAS, M.D. y 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, 231-256.
- VIÑAS, M.D., NEGRI, R.M., CEPEDA, G.D., HERNÁNDEZ, D., SILVA, R.I., DAPONTE, M.C., CAPITANIO, F.L. 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, MD., MARRARI, M., DI MAURO, R.P., CEPE-DA, G.D., PADOVANI, L.N. 2014. El zooplancton del hábitat reproductivo de la población bonaerense de la anchoita (*Engraulis anchoita*), con especial énfasis en crustáceos. Rev. Invest. Desarr. Pesq. 23: 127-146.
- VØRS, N. 1992. Heterotrophic Amoebae, Flagellates and Heliozoa from the Tvarminne Area, Gulf of Finland, in 1988-1990. Ophelia, 36 (1): 1-109.
- WATERBURY, J. B., WATSON, S. W., VALOIS, F. W.Y D., F. 1986. Biological and ecological characterization of the marine unicellular cyanobacterium *Synechococcus*. En: PLATT, T.Y LI, W. K. W. (Eds.). Photosynthetic picoplankton. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 71-120.
- WEISS, G. 1972. Consideraciones sobre la distribución de huevos de peces en el plancton de las aguas de la plataforma del sector bonaerense y de Uruguay. Physis 31(83): 613-630.
- ZAPATA, M., JEFFREY, S.W., WRIGHT, S.W., RODRÍGUEZ, F., GARRIDO, J.L. CLEMENTSON, L., 2004. Photosynthetic pigments in 37 species (65 strains) of Haptophyta: implications for oceanography and chemotaxonomy. Mar. Ecol. Prog. Ser., 270: 83-102.
- ZAPATA, M., RODRÍGUEZ, F. GARRIDO, J.L., 2000. Separation of chlorophylls and carotenoids from marine phytoplankton: a new HPLC method using a reversed phase C8 column and pyridine-containing mobile phases. Mar. Ecol. Prog. Ser., 195: 29-45.
- ZEEBE, R.E. y WOLF-GLADROW, D.A. 2001. CO<sub>2</sub> in seawater: Equilibrium, kinetics, isotopes. Elsevier Oceanography Series, 65, Elsevier, Amsterdam. 346 pp.
- ZENITANI, H., KONO, N., TSUKAMOTO, Y. 2007. Relationship between daily survival rates of larval Japanese anchovy (*Engraulis japonicus*) and concentrations of copepod nauplii in the Seto Inland Sea, Japan. Fish. Oceanogr. 16: 473-478.
- ZWIRGLMAIER, K., HEYWOOD, J. L., CHAMBERLAIN, K., WOODWARD, E. M. S., ZUBKOV, M. V.Y SCANLAN, D. J. 2007. Basin-scale distribution patterns of picocyanobacterial lineages in the Atlantic Ocean. Environ. Microbiol., 9 (5): 1278-1290.