

Comunidades fitoplanctónicas al NE de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya

Ana Martínez¹ y Leonardo Ortega¹

¹Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA)
Montevideo, Uruguay
anamart@dinara.gub.uy; lortega@dinara.gub.uy

RESUMEN: La Zona Común de Pesca es un área de particular relevancia económica para los países del Tratado y se caracteriza por su elevada productividad biológica vinculada a la compleja hidrografía y existencia de fuertes frentes. La producción fitoplanctónica en las aguas de plataforma es controlada principalmente por la interacción de las masas de agua presentes, las cuales suministran diferentes niveles de nutrientes a la zona fótica.

En el presente trabajo se analiza la información oceanográfica y fitoplanctónica de una campaña a bordo del B/I Aldebaran en el NE de la Zona Común de Pesca, en otoño de 2001. En el área de estudio predominó el Agua Central del Atlántico Sur a profundidades >50m, seguida del Agua Costera que dominó en superficie hasta los 30m. La biomasa fitoplanctónica expresada como clorofila a alcanzó un máximo de 3,2 $\mu\text{g l}^{-1}$ a 30m de profundidad asociado a estaciones con baja salinidad. Se encontraron más de 100 taxa fitoplanctónicos, con un gran aporte de Dinoflagelados. La distribución de abundancias coincide con la distribución de biomasa, encontrándose los organismos de mayor tamaño (con mayor aporte de biomasa) a partir de los 25m y las capas más superficiales dominadas por organismos nanoplanctónicos.

Palabras clave: Atlántico Sudoeste, Zona Común de Pesca, fitoplancton, diatomeas, frentes, Río de la Plata

SUMMARY: Phytoplanktonic communities at NE Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone.- The Common Fishing Zone is an area of particular economic relevance for the countries of the Treaty and it is characterized by a high biologic productivity linked to its complex hydrography and the existence of strong fronts. The phytoplanktonic production in shelf waters is primary controlled by the interaction of water masses which supply different levels of nutrient to the photic zone. In this paper oceanographic and planktonic information coming from a survey on board R/V Aldebaran in the NE Common Fishing Zone in autumn 2001 is analysed. The study area was dominated by the South Atlantic Central Water at depths >50m, followed by Coastal Water which dominated from surface up to 30m. The phytoplanktonic biomass expressed as chlorophyll a reach a maximum of 3.2 $\mu\text{g l}^{-1}$ at 30m depth associated with low salinity waters. More than 100 phytoplanktonic taxa were found, with a great contribution of dinoflagellates. The abundance distribution coincide with the biomass distribution, with the biggest organisms (with great biomass contribution) located below the 25m depth and the surface layers dominated by nanoplanktonic organisms.

Key words: Southwestern Atlantic Ocean, Common Fishing Zone, phytoplankton, diatoms, fronts, Río de la Plata

Introducción

La plataforma continental es el área pesquera más importante de la costa uruguaya, su elevada productividad biológica ha sido vinculada con su compleja hidrografía y la existencia de fuertes gradientes horizontales y verticales de densidad (Acha *et al.*, 2004; Ortega y Martínez, 2007; Muelbert *et al.*, 2008). La producción fitoplanctónica en las aguas de plataforma es controlada en primer lugar por la compleja interacción de las masas de agua presentes, las cuales suministran diferentes niveles de nutrientes a la zona fótica (Ciotti *et al.*, 1995; Martínez y Ortega, 2007) y alteran la estabilidad de la columna de agua (Brandini *et al.*, 2000). Las masas de agua que se observan sobre la plataforma son producto de las características de las que ingresan desde áreas oceánicas adyacentes, de las modificaciones debidas al intercambio con la atmósfera y de la descarga continental (Guerrero y Piola, 1997). La dinámica de este sistema hidrográfico con alto grado de variabilidad estacional e interanual afecta la productividad biológica del sistema (Lima *et al.*, 1996) pudiendo determinar en mayor grado la fauna presente y el estado de los recursos de algunas especies de peces comerciales (Goberna, 1988; Negri *et al.*, 1988; Fédúlov *et al.*, 1990).

El extremo norte de la Zona Común de Pesca (ZCP) se caracteriza por la frecuente presencia de aguas de origen subtropical. La penetración de estas aguas fluctúa estacionalmente determinando la formación de frentes termo-halinos de diferente intensidad (Mesones y Giménez, 1993; Ortega y Martínez, 2007). Piola *et al.* (2000) demostraron que en esta región se observa una extensión del frente formado por la Confluencia de las Corrientes de Brasil y Malvinas definido por un frente termo-halino sub-superficial, denominado Frente Subtropical de Plataforma (FSTP). Este separa las aguas subtropicales de las subantárticas de plataforma. El frente se encuentra cerca de la isóbata de 50m, a los 32°S y se extiende hacia el talud cerca de 36°S. Se encuentra cubierto por una capa de agua superficial de baja salinidad generada por la descarga del Río de la Plata y la Laguna de los Patos.

Estas zonas frontales presentan mecanismos que promueven la retención de organismos planctónicos y son óptimas para la alimentación y cría (Bakun y Parrish, 1991; Acha *et al.*, 2004) y su desplazamiento provoca la migración de efectivos desovantes en busca de áreas que aseguran la disponibilidad de alimento a los primeros estadios (Ciechowski y Sánchez, 1986).

El estudio del fitoplancton en el área ha recibido relativamente escasa atención. Los estudios regionales se refieren principalmente a patrones espaciales de distribución de clorofila y nutrientes (Ciotti *et al.*, 1995; Brandini *et al.*, 2000; Martínez y Ortega, 2007; Machado *et al.*, 2013) mientras que datos sobre la distribución y abundancia de especies fitoplanctónicas están restringidas a unos pocos trabajos (Elgue *et al.*, 1987, 1990; Gayoso y Podestá, 1996; Carreto *et al.*, 2008). En todos estos trabajos se encontró una dominancia de diatomeas céntricas (e.g. *Thalassiosira*, *Leptocylindrus*, *Rhizosolenia*) y presencia de algunos dinoflagelados (*Ceratium*, *Polykrikos*) y del silicoflagelado *Dictyocha fibula*.

El presente trabajo tiene como objetivo describir la distribución de biomasa fitoplanctónica (expresada como clorofila *a*) y de especies fitoplanctónicas, en función de las características oceanográficas observadas en la zona NE de la ZCP.

Material y Metodos

La información oceanográfica fue recabada en el marco de una campaña de evaluación de merluza (*Merluccius hubbsi*) a bordo del B/I Aldebaran, entre el 19 de marzo y 1° de abril de 2001. Se realizó un diseño sistemático con 12 estaciones oceanográficas entre las latitudes 34°42' y 35°48' S y las isóbatas de 50 a 200 metros, zona NE del área de estudio, una de estas estaciones tuvo que ser suspendida debido a mal tiempo por lo cual se realizaron 11. En el resto del área solo se hicieron perfiles de temperatura y salinidad en base al diseño establecido para la evaluación pesquera (Figura 1). Los perfiles hidrográficos se obtuvieron con una sonda CTD SBE 19. En la zona NE y hasta el 37°S la dirección y velocidad del viento se obtuvo mediante un anemómetro manual a 10m sobre el nivel del mar. Las muestras de agua para cuantificación de fitoplancton y determinación de clorofila a se obtuvieron mediante botellas Niskin a 5, 10, 20, 30 y 50m de profundidad. Las muestras para clorofila fueron filtradas con filtros de fibra de vidrio Whatman GF/C 47mm y conservadas en freezer a -20°C para su posterior análisis en laboratorio. La extracción de clorofila se realizó mediante la técnica recomendada por Parsons *et al.* (1984). La absorbancia fue medida con un espectrofotómetro Shimadzu UV-2101 PC UV-VIS Scanning, con cubetas de cuarzo de 1 cm de lado. La concentración de clorofila a (Chl a) se determinó utilizando la ecuación tricromática de Jeffrey y Humphrey (1975). Se obtuvieron muestras cualitativas de fitoplancton con red de 25 μ m, fijadas con formaldehído al 4% y las muestras cuantitativas obtenidas con botella fueron fijadas con Lugol ácido (Thronsen, 1978). Se realizaron conteos de las muestras correspondientes a 8 estaciones (transectos 1 y 2) mediante microscopio invertido Olympus IM según la técnica de Üthermol (1958). Para la determinación taxonómica de diatomeas se oxidaron alícuotas de las muestras siguiendo la técnica propuesta por Hasle y Fryxell (1970) (Ferrario *et al.*, 1995). Para las observaciones en microscopio electrónico de barrido (MEB) (Scanning electron microscopy JEOL JSM5900-LV) el material fue secado al aire y metalizado con oro.

La identificación del fitoplancton se realizó utilizando bibliografía clásica (Balech, 1988, Tomas, 1995; Round *et al.*, 1990).

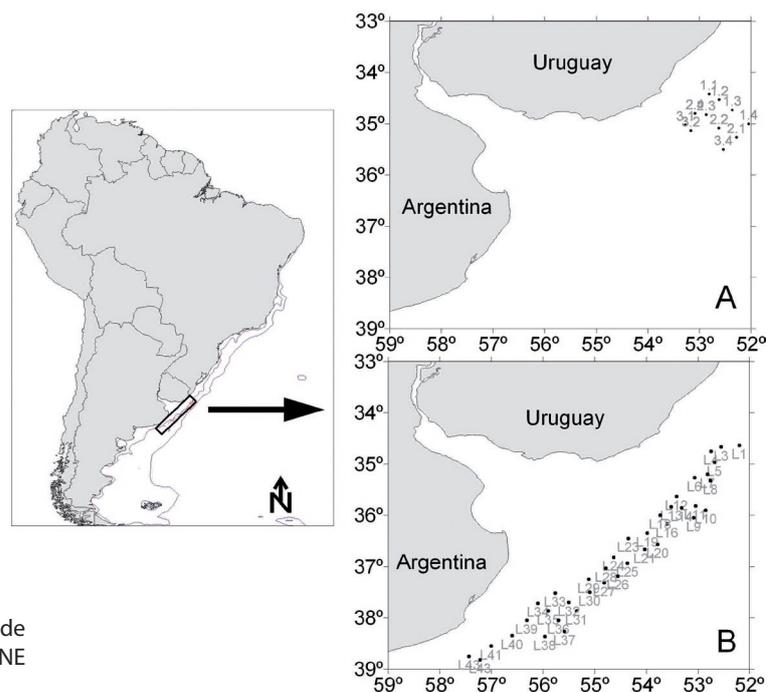


Figura 1. Área de estudio con la distribución de los puntos de muestreo en la zona NE (A) y los lances de pesca (B).

FRENTE MARÍTIMO

Publicación de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo

La clorofila superficial para el mes de marzo de 2001 fue obtenida de la información recabada por el satélite SeaWiFS (Sea-Viewing Wide Field-of-View Sensor; <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>) con una resolución de 9 Km. A partir de imágenes globales en formato HDF (Hierarchical Data Format) se extrajo la información regional utilizando el software SeaDAS (SeaWiFS Data Analysis System; <http://seadas.gsfc.nasa.gov>). La información regional fue utilizada para hacer una grilla con el método de Kriging para luego generar imágenes con isólinas de clorofila en el área de estudio. Los datos de anomalía de temperatura superficial del océano (SSTA) se obtuvieron de la biblioteca de datos climáticos del International Research Institute (<http://iridl.ldeo.columbia.edu/>, Reynolds *et al.*, 2002). Los datos de caudales del Río Uruguay fueron suministrados por UTE, Salto Grande, Uruguay. Se calculó la media histórica de marzo (1980-2010) de la serie para comparar con la media de marzo de 2001.

Las masas de agua fueron identificadas usando un diagrama TS (Thomsen, 1962; Emery y Meinke, 1986; Guerrero y Piola, 1997; Piola, 2000). Para las aguas costeras (AC) se utiliza el criterio basado en la salinidad (menores de 33,2) ya que las fluctuaciones térmicas estacionales no permiten utilizar la temperatura para su clasificación.

RESULTADOS

Vientos

Los primeros cinco días de campaña se caracterizaron por fuertes vientos de componente SE llegando a un máximo de 24 m s^{-1} el día 21 de marzo; a partir del día 25 se observó una disminución en su intensidad y una rotación hacia el SW (Figura 2).

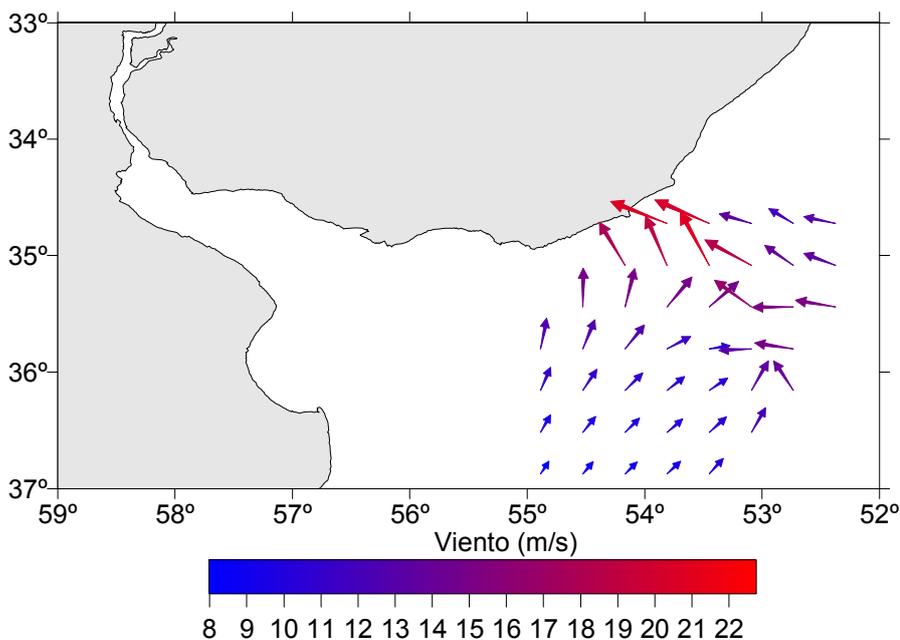


Figura 2. Vectores de dirección y velocidad de viento.

Diagrama TS y distribución vertical de las masas de agua

La masa de agua predominante fue el Agua Central del Atlántico Sur (ACAS) con una frecuencia de ocurrencia de 48,2 %, a profundidades superiores a 50m. La siguió en importancia el Agua Costera (AC) con un 19,7 % mostrando una fuerte influencia continental en superficie (0-30m), también se observa una importante proporción de agua de mezcla (Figura 3). El Agua Tropical (AT) representó un 5,1% y se ubicó principalmente en las estaciones de la plataforma externa localizadas en la zona norte del área de estudio entre 30 y 80m de profundidad (Figura 3) mientras que la influencia del Agua Subantártica (ASA) fue mínima en esta zona (2,5%).

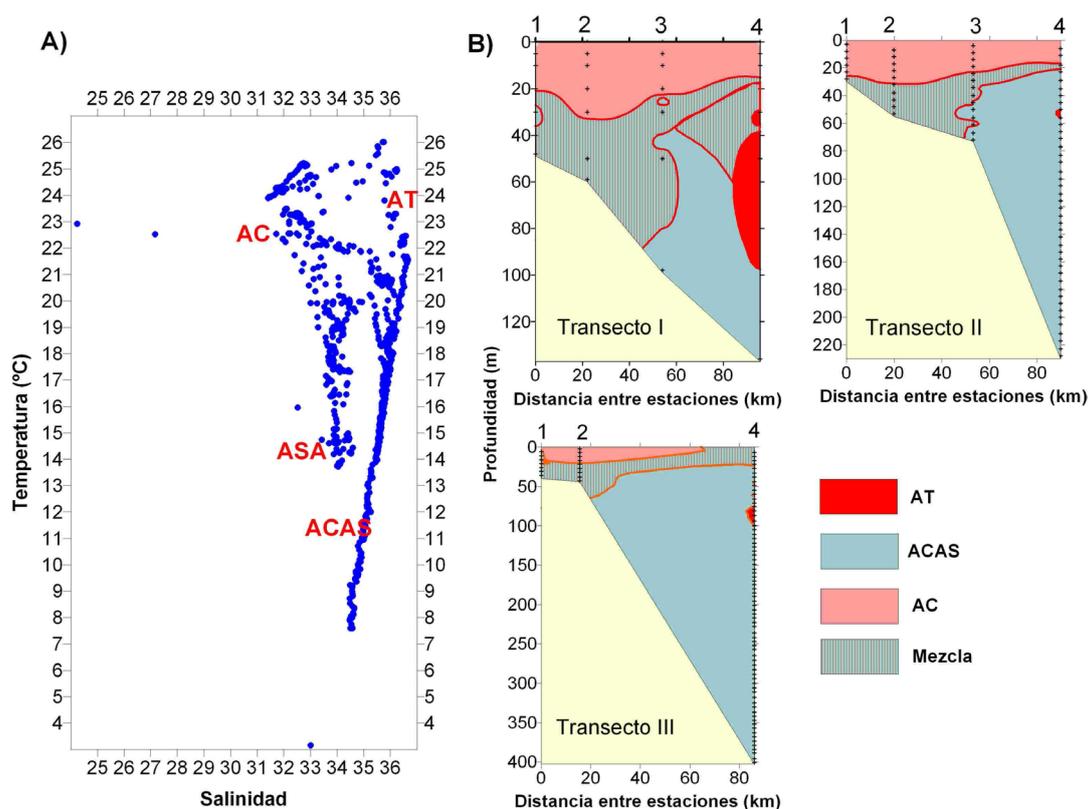


Figura 3. (A) Diagrama TS de las estaciones en la zona NE (B) Distribución vertical de las masas de agua: AT (Agua Tropical); ACAS (Agua Central del Atlántico Sur); AC (Agua Costera); ASA (Agua Subantártica).

Secciones verticales de temperatura, salinidad y clorofila

En los tres transectos se observó un marcado frente termohalino que separa las aguas con influencia continental en la zona menos profunda de las aguas oceánicas cálidas ubicadas en la zona de plataforma externa (Figura 4).

Los máximos de Chl a (Figura 5) fueron todos subsuperficiales ubicándose en general entre los 20 y 30m de profundidad y alcanzaron a 0,9; 3.2 y 1.2 $\mu\text{g l}^{-1}$ en el transecto I; II y III respectivamente. En general estuvieron asociados a zonas frontales con influencia de agua costera o mezcla de las mismas con aguas oceánicas cálidas que fueron las predominantes en la zona NE.

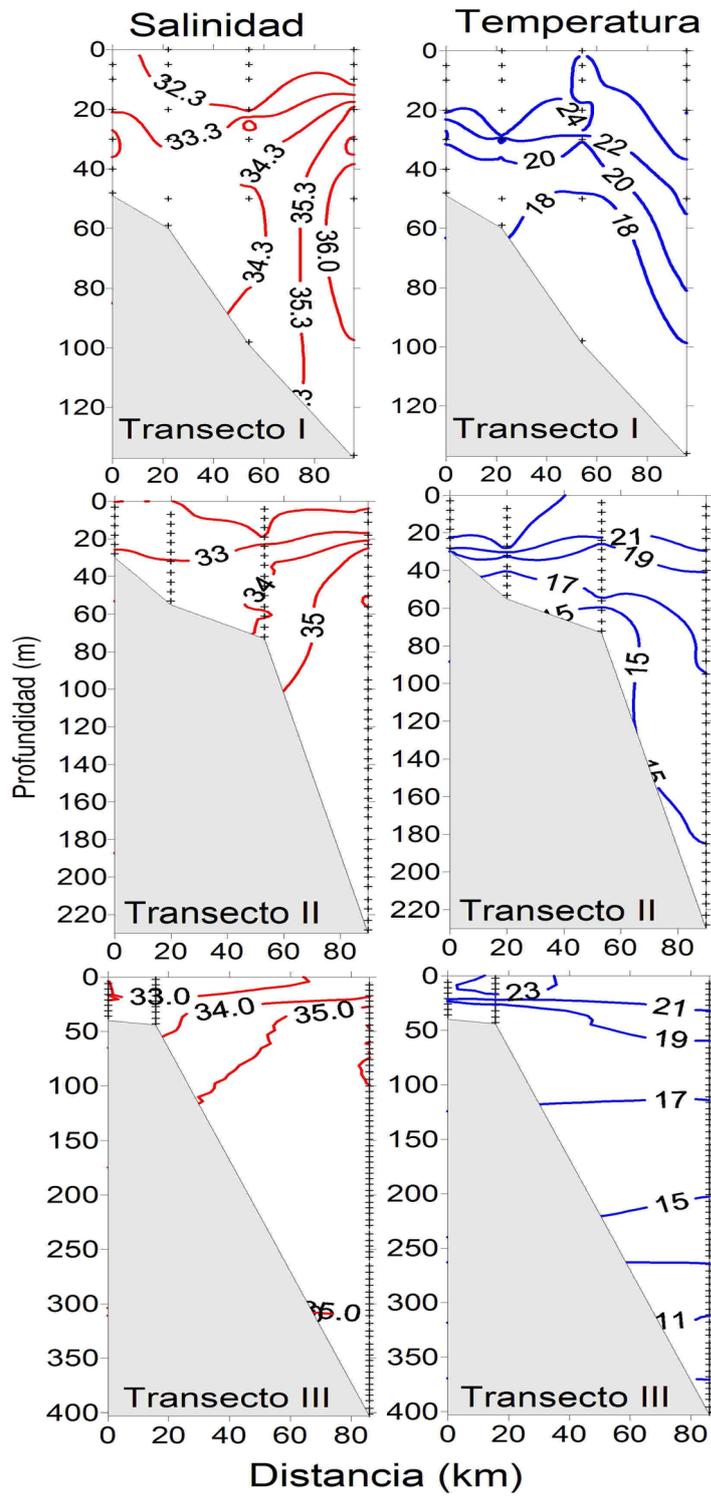


Figura 4. Sección vertical de la temperatura (°C) y la salinidad en los transectos del área NE.

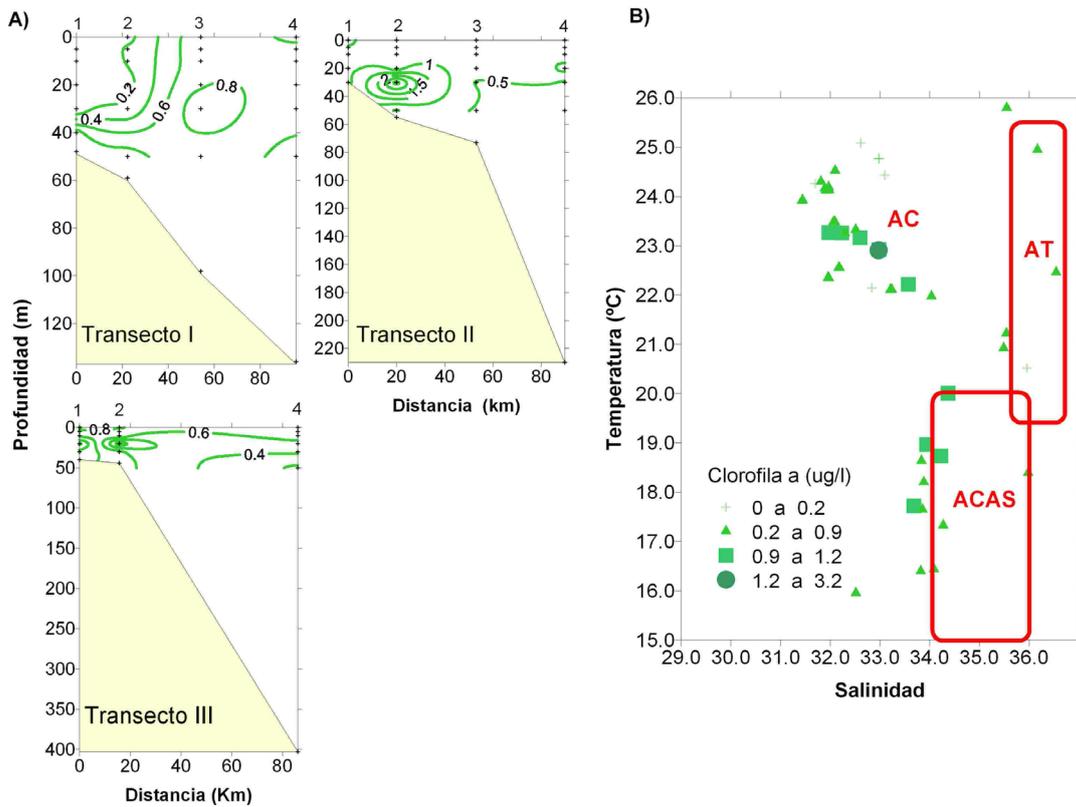


Figura 5. (A) Sección vertical de clorofila a en los transectos del área NE, (B) concentración de clorofila en relación con la temperatura y salinidad. AT (Agua Tropical); ACAS (Agua Costera del Atlántico Sur); AC (Agua Costera).

Caudal del Río Uruguay y clima regional

La serie histórica del caudal del Río Uruguay para el mes de marzo muestra que para el año 2001 el caudal sobrepasó los valores estimados en la climatología, superando el valor medio por más de $1000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (Figura 6).

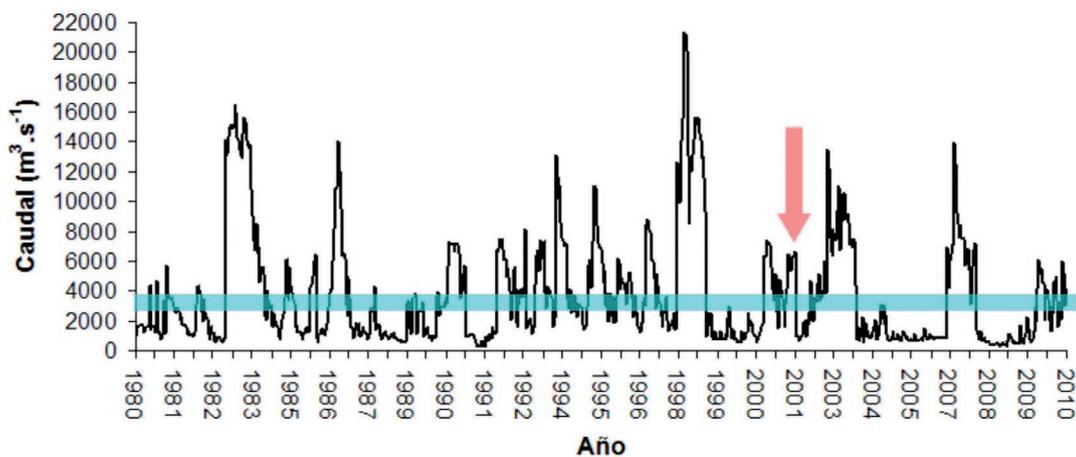


Figura 6. Caudal histórico del Río Uruguay para el mes de marzo (1980-2010) indicando la media histórica de este mes (■) y el caudal registrado en el 2001 (flecha roja).

FRENTE MARÍTIMO

Publicación de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo

Entre las latitudes 25° y 40° S se observan SSTA positivas que atraviesan meridionalmente todo el Atlántico (Figura 7), estas anomalías positivas tienden a ser mayores sobre la plataforma del sur de Brasil, Uruguay y norte de Argentina superando 1,5 °C la media histórica. Al sur del los 40° se observa un predominio de anomalías negativas. Cabe destacar que también se observaron SSTA positivas para el Atlántico tropical las cuales llegan hasta África, se configura así la característica disposición en dipolo térmico con anomalías negativas al norte de los 20°S y al sur de los 40°S y positivas entre estas latitudes.

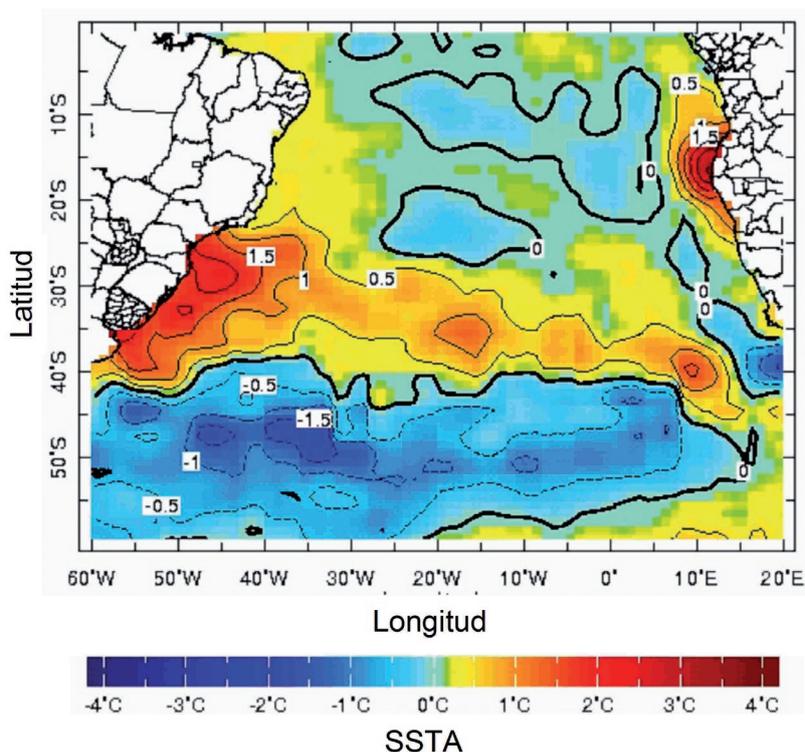


Figura 7. Distribución horizontal a gran escala de las anomalías de temperatura en el Atlántico y zonas costeras de América del Sur.

Distribución horizontal superficial de temperatura, salinidad y clorofila

La distribución horizontal de la temperatura en superficie muestra la influencia de aguas cálidas entre 18 y 23,5 °C en toda el área, observándose valores relativamente más bajos al sur y borde de la plataforma continental externa (Figura 8A). Aguas con baja salinidad se observaron en superficie en toda el área; los valores más altos de salinidad se observaron al sur y borde externo de la plataforma continental (33) y los más bajos en la zona central de la plataforma interna y norte del área (~30,6, Figura 8B). Esas diferencias térmicas y halinas entre la plataforma continental interna y externa determinaron la formación de un frente superficial termohalino entre el 36 y 38 °S (Figuras 8 A y B) paralelo a las isóbatas. Mientras que al N del 36 °S se observó otro frente termohalino con una disposición perpendicular a las isóbatas.

La distribución superficial de la clorofila basada en imágenes satelitales muestra los valores máximos (~3 ug l⁻¹) en la zona de influencia del Río de la Plata (Figura 8C). La influencia de la pluma de descarga abarca desde el SW (ca. 28°S-57°30'W) del área hasta ca. los 35°S. Las zonas oceánicas adyacentes se caracterizaron por valores menores a 1 ug l⁻¹.

Comunidades fitoplanctónicas al NE de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya.

Ana Martínez y Leonardo Ortega

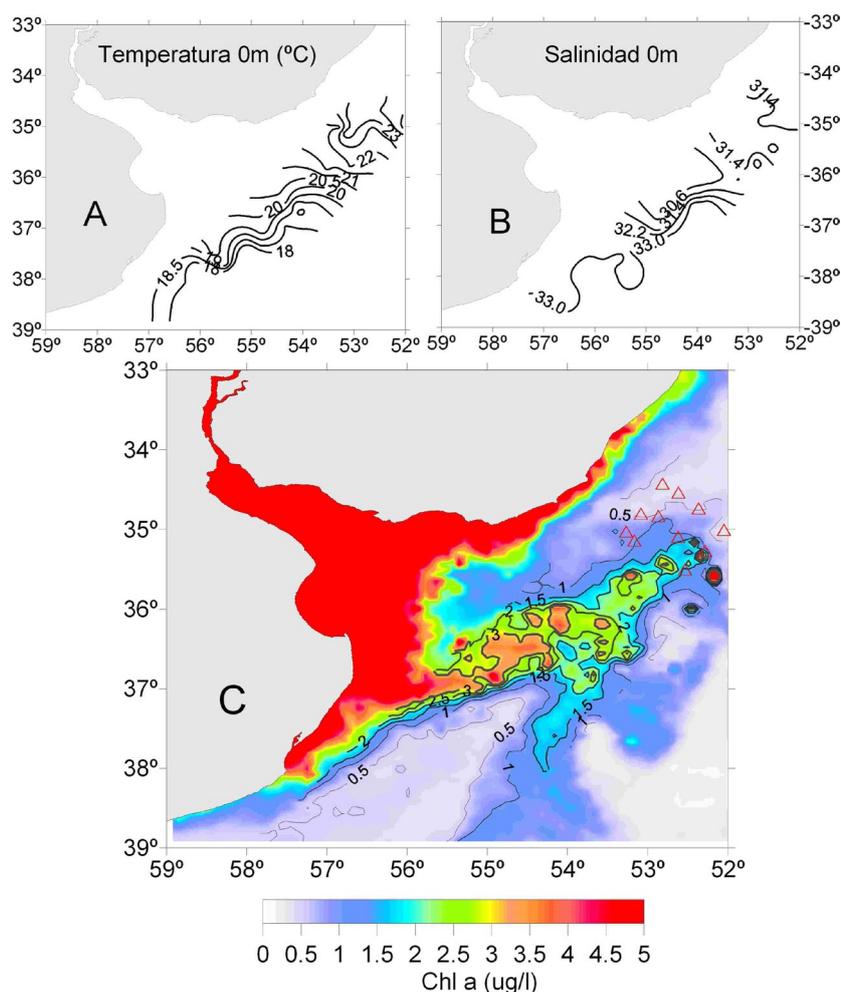


Figura 8. Distribución superficial regional de la temperatura (A); salinidad (B) y clorofila a basada en imagen SeaWiFS mensual de marzo de 2001 (C); estaciones en la zona norte (Δ) e isolíneas de clorofila a en el área de estudio.

Composición de la comunidad fitoplanctónica

Se encontraron 132 taxa de fitoplancton, pertenecientes a 8 clases, 50 Bacillariophyceae, 1 Crysophyceae, 1 Cyanophyceae, 66 Dinophyceae, 3 Dictyochophyceae, 1 Ebriophyceae, 2 Euglenophyceae, 3 Prasinophyceae y 5 Prymnesiophyceae. Muchas de las especies encontradas fueron escasamente (o nunca) citadas para Uruguay (e.g. *Asteromphalus arachne*, *A. elegans*, *A. cleveanus*, *Hemidiscus cuneiformis*) (Tabla 1) (Figura 9) y con una gran diversidad de dinoflagelados característicos de aguas cálidas, principalmente Dinophysiales (*Amphisolenia* spp, *Ornithocercus* spp, *Dinophysis* spp) (Figura 10).

Tabla 1. Lista de taxa encontrados. (*) especies no citadas para Uruguay.

Clase BACILLARIOPHYCEAE

Asteromphalus arachne (Brébisson) Ralfs *
Asteromphalus cleveanus Grunow *
Asteromphalus elegans Greville *
Asteromphalus heptactis (Brébisson) Ralfs in Pritchard
Bacteriastrum furcatum Shadbolt
Bacteriastrum hyalinum Lauder
Bacteriastrum delicatulum Cleve
Cerataulina dentata Hasle
Cerataulina pelagica (Cleve) Hendey
Climacodium frauenfeldianus Grunow
Corethron criophilum Castracane
Coscinodiscus radiatus Ehrenberg
Coscinodiscus concinnus Smith
Coscinodiscus wailesii Gran & Angst
Chaetoceros didymus Ehrenberg
Chaetoceros lorenzianus Grunow
Chaetoceros peruvianus Brightwell
Chaetoceros debilis Cleve
Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann & Lewin
Denticula sp
Diploneis sp
Ditylum brightwellii (West) Grunow
Fragilariopsis doliolus (Wallich) Medlin & Sims
Guinardia delicatula (Cleve) Hasle
Hantzschia sp
Hemiaulus sinensis Greville
Hemiaulus hauckii Grunow ex Van Heurck
Hemiaulus membranaceus Cleve
Hemidiscus cuneiformis Wallich *
Leptocylindrus minimus Gran
Leptocylindrus danicus Cleve
Lioloma pacificum (Cupp) Hasle
Meuniera membranacea (Cleve) Silva
Navicula sp
Nitzschia ikenae Fryxell et Lee *
Nitzschia acicularis (Kützing) W.Smith
Nitzschia lorenziana Grunow *
Nitzschia sp
Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve
Planktoniella sol (Wallich) Schütt
Pleurosigma sp
Pseudosolenia calcar-avis (Schultze) Sundström
Pseudonitzschia pungens (Grunow ex Cleve) Hasle
Pseudonitzschia delicatissima (Cleve) Heiden
Rhizosolenia robusta Norman in Pritchard
Rhizosolenia setigera Brightwell
Skeletonema sp

Thalassionema nitzschioides (Grunow) Grunow ex Hustedt
Thalassionema frauenfeldii (Grunow) Tempère & Peragallo
Thalassiosira sp

Clase CRYSTOPHYCEAE

Ollicola sp

Clase CYANOPHYCEAE

Trichodesmium erythraeum Ehrenberg

Clase DICTYOCOPHYCEAE

Dictyocha fibula Ehrenberg
Dictyocha octonaria Ehrenberg
Dictyocha speculum Ehrenberg

Clase DINOPHYCEAE

Amphisolenia bidentata Schröder *
Amphisolenia globifera Stein *
Corythodinium constrictum (Stein) Taylor *
Corythodinium diploconus (Stein) Balech *
Corythodinium tessellatum (Stein) Balech
Dinophysis acuminata Claparède & Lachmann
Dinophysis capitulata Balech *
Dinophysis caudata Saville-Kent
Dinophysis dens Pavillard
Dinophysis doryphora (Stein) Abé *
Dinophysis hastata Stein *
Dinophysis paulseni (Schiller) Balech *
Dinophysis pusilla Jörgensen
Dinophysis scobiculata Balech *
Dinophysis schroederi Pavillard *
Dinophysis schuetti Murray & Whitting *
Goniodoma polyedricum (Pouchet) Jörgensen
Gonyaulax birostris Stein
Gonyaulax polygramma Stein
Gonyaulax sphaeroidea Kofoid
Gonyaulax verior Sournia
Gyrodinium estuariale Hulburt
Gyrodinium spirale (Bergh) Kofoid & Swezy
Heterocapsa triquetra (Ehrenberg) Stein
Heterocapsa cf. minima Pomroy
Heterodinium sp
Metaphalacroma skogsbergi Tai
Neoceratium azoricum (Cleve) Gómez, Moreira & López-García *
Neoceratium falcatum (Kofoid) Gómez, Moreira & López-García
Neoceratium declinatum (Karsten) Gómez, Moreira & López-García
Neoceratium furca (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-García
Neoceratium fusus (Ehrenberg) Gómez, Moreira & López-García
Neoceratium hexacanthum (Gourret) Gómez, Moreira & López-García *
Neoceratium incisum (Karsten) Gómez, Moreira & López-García

FRENTE MARÍTIMO

Publicación de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo

Neoceratium longipes (Bailey) Gómez, Moreira & López-García
Neoceratium massiliense (Gourret) Gómez, Moreira & López-García
Neoceratium pentagonum (Gourret) Gómez, Moreira & López-García
Neoceratium symmetricum (Cleve) Gómez, Moreira & López-García
Neoceratium teres (Kofoid) Gómez, Moreira & López-García
Neoceratium tripos (Müller) Gómez, Moreira & López-García
Neoceratium tripos tripodoides (Jørgensen) Gómez, Moreira & López-García
Ornithocercus splendidus Schütt
Ornithocercus steinii Schütt
Oxytoxum sceptrum (Stein) Schröder
Oxytoxum scolopax Stein
Phalacroma rapa Stein
Phalacroma rotundatum (Claparède & Lachmann) Kofoid & Michener
Podolampas bipes Stein
Podolampas elegans Schütt
Podolampas palmipes Stein
Podolampas spinifer Okamura
Polykrikos schwartzii Bütschli
Pronocitluca spinifera (Lohmann) Schiller
Prorocentrum compressum (Bailey) Abé ex Dodge
Prorocentrum minimum (Pavillard) Schiller
Protoperdinium cassum Balech
Protoperdinium conicum (Gran) Balech
Protoperdinium depressum (Bailey) Balech
Protoperdinium divaricatum (Meunier) Balech
Protoperdinium latispinum (Mangin) Balech
Protoperdinium longipes (Karsten) Balech
Protoperdinium oviforme (Dangeard) Balech
Pyrophacus steinii (Schiller) Wall & Dale
Scrippsiella trochoidea (Stein) Steidinger & Balech
Triposolenia bicornis Kofoid *

Clase EBRIOPHYCEAE

Ebria tripartita (Schumann) Lemmermann

Clase EUGLENOPHYCEAE

Euglena sp

Eutreptiella sp

Clase PRASINOPHYCEAE

Micromonas pusilla

Nephroselmis sp

Pyramimonas sp

Clase PRYMNESIOPHYCEAE

Anoplosolenia brasiliensis *

Calciosolenia murrayi Gran

Coronosphaera mediterranea (Lohmann) Gaarder

Phaeocystis sp

Pseudocourfieldia sp

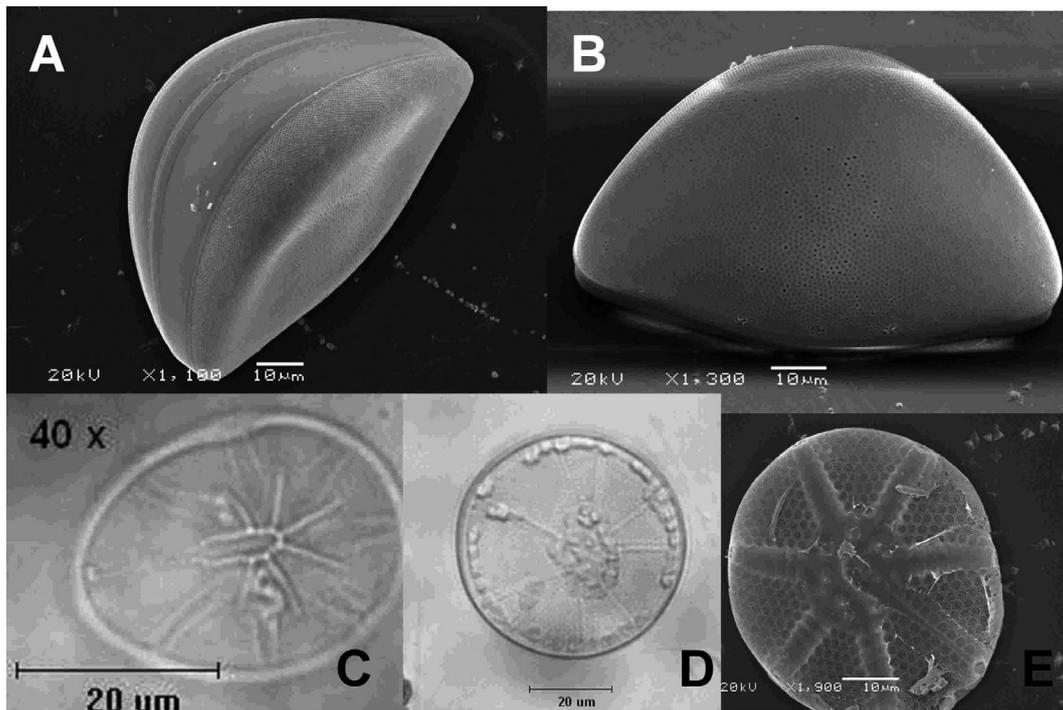


Figura 9 A) Micrografía electrónica de barrido (MEB) de *Hemidiscus cuneiformis* vista cingular; B) MEB *Hemidiscus cuneiformis* vista valvar; C) Micrografía óptica (MO) *Asteromphalus cleveanus*; D) MO *Asteromphalus arachne*; E) MB *Asteromphalus heptactis*.

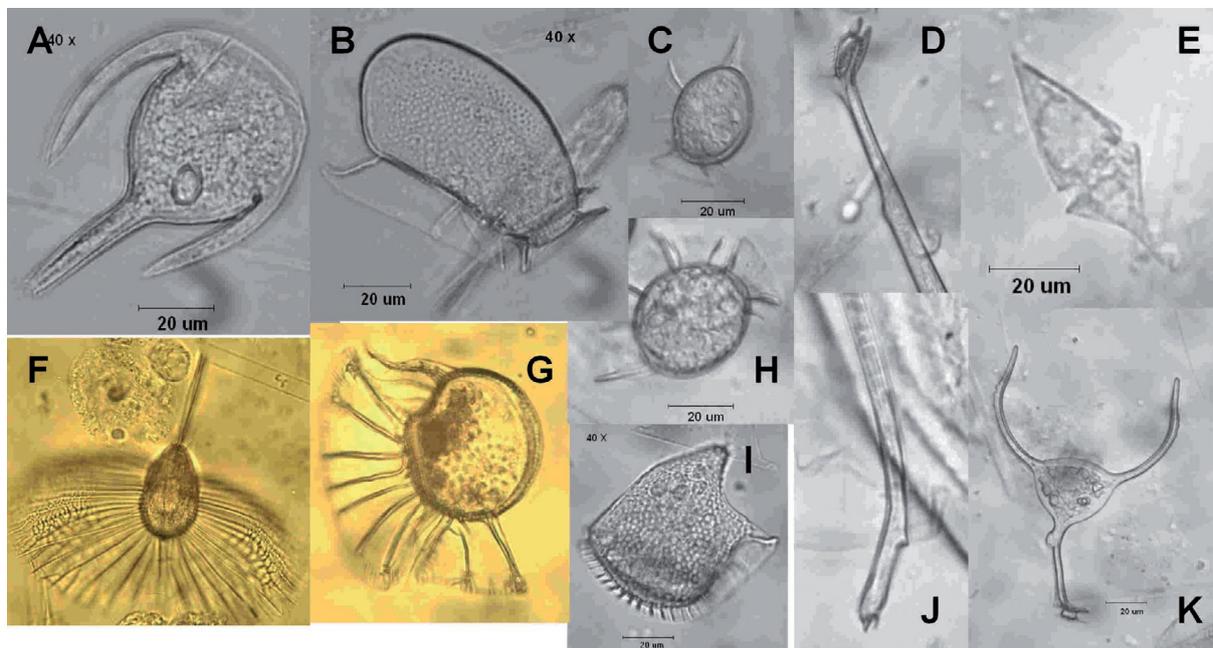


Figura 10. Micrografías ópticas A) *Neoceratium azoricum* B) *Dinophysis schroederi* C) *Dinophysis hastata* D) *Amphisolenia bidentata* E) *Corithodinium diploconus* F) *Ornithocercus splendidus* G) *Ornithocercus steinii* H) *Dinophysis pusilla* I) *Phalacroma rapa* J) *Amphisolenia bidentata* K) *Triposolenia bicornis*.

FRENTE MARÍTIMO

Publicación de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo

La composición de especies mostró una mezcla de organismos típicos de aguas cálidas pero también de aguas frías (e.g. *Corethron criophilum*). Las mayores abundancias se registraron en aguas sub-superficiales, a los 10 y 20 m de profundidad con alta dominancia de organismos pequeños (e.g. *Navicula sp*, *Prorocentrum minimum*, nano y picroflagelados). Cabe destacar la gran abundancia en los estratos superiores de una diatomea nanoplanctónica perteneciente al complejo *Nitzschia bicapitata* identificada como *Nitzschia ikenae* (Figura 11). Los organismos de mayor tamaño, con mayor aporte de biomasa, como *Pseudosolenia calcar-avis*, *Thalassionema frauenfeldii*, *Meuniera membranacea*, *Fragilariopsis doliolus*, *Neoceratium furca*, se encontraron en aguas a partir de los 30m de profundidad, coincidiendo con los mayores valores de clorofila a. En abundancia relativa los dinoflagelados representaron aproximadamente el 10 % en todas las profundidades mientras que en aguas superficiales dominaron los cocolitofóridos y otros flagelados pequeños y las diatomeas llegaron a una dominancia \geq al 80% a partir de los 30m siendo las especies dominantes *Cerataulina pelagica*, *Thalassionema frauenfeldii*, *Leptocylindrus danicus* y *Pseudonitzschia spp.*

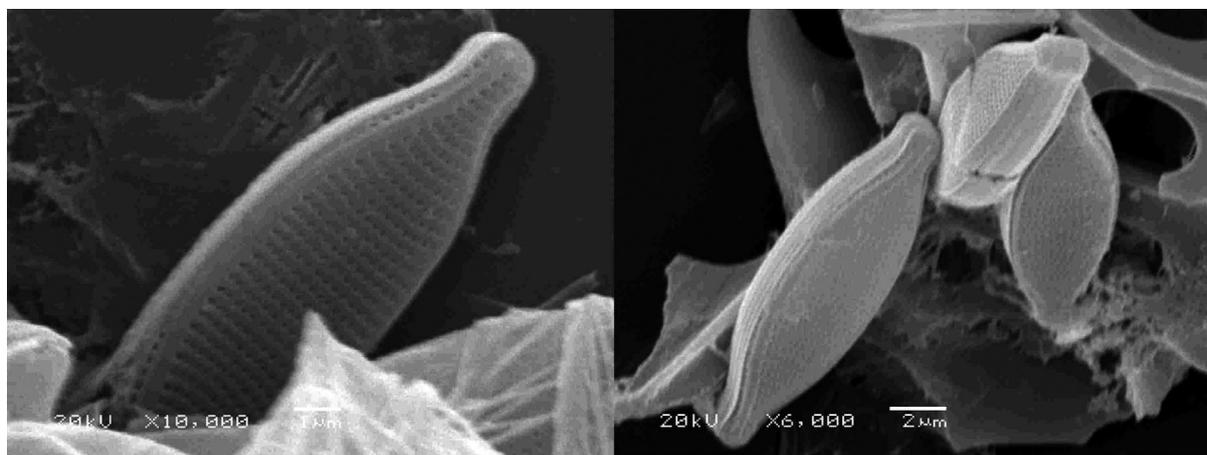


Figura 11. Micrografía electrónica de barrido de *Nitzschia ikenae*.

Discusión

El fuerte temporal registrado durante los primeros cinco días de campaña no parece haber incidido en la mezcla de las aguas superficiales, probablemente debido a la fuerte estratificación producto de la importante influencia de aguas continentales en el área; estas aguas diluidas corresponden a un caudal por encima de la media de los tributarios del Río de la Plata, en este caso se utilizó como proxy el río Uruguay.

A pesar de corresponder a un año El Niño Southern Oscillation (ENSO) frío o "Niña" (http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml) los caudales registrados fueron altos, por encima de la media, asemejándose más a un evento ENSO cálido o "Niño". En Uruguay los eventos ENSO cálidos producen precipitaciones por encima de la media y los eventos fríos sequías (Cazes Boezio *et al.*, 2003; Barreiro y Tippmann, 2008) con su correspondiente impacto en el caudal de los ríos de la cuenca del Plata. En este sentido la temperatura del Atlántico tropical modula

la señal de El Niño sobre el margen sudeste de América del Sur, siendo ésta más débil cuando se observan SSTA positivas en el Atlántico tropical (Barreiro y Tippmann, 2008). No obstante se necesita más investigación sobre la interacción atmósfera-océano para explicar estos desvíos respecto al comportamiento esperado en los regímenes de precipitación en la cuenca del Plata.

La temperatura superficial del mar para el área de estudio fue alta superando la media histórica para ese mes en 1,5°C. Esta región muestra una tendencia secular extremadamente alta hacia el calentamiento especialmente en la proximidad de los estuarios (Zavialov *et al.*, 1999). Asimismo después de 1997 se registró el predominio de SSTA positivas para la zona debido a un cambio de régimen climático, pasando de una fase fría a una cálida (Ortega *et al.*, 2013).

La predominancia de Agua Central del Atlántico Sur coincide con lo encontrado en trabajos anteriores en la zona para esa época del año (Ortega y Martínez, 2007). La escasa representación de Agua Subantártica se debe a que se consideró solo la zona NE de la ZCP y que el estudio se hizo a principios de otoño donde predominan las aguas cálidas. Los máximos de clorofila *a* se encontraron dentro del rango esperado y siendo siempre subsuperficiales y asociados a aguas de mezcla, de baja salinidad, coincidiendo con estudios anteriores (Martínez y Ortega, 2007). Los máximos se encuentran asociados a las Aguas Costeras y a la mezcla de esta con Agua Central del Atlántico Sur. Asimismo la información *in situ* y la satelital demuestran que el agua costera, en particular la descarga del Río de la Plata, juega un importante rol en la fertilización de las aguas oceánicas (Martínez y Ortega, 2007) situándola como portadora de nutrientes principalmente silicatos, siendo las mayores portadoras de nitratos el Agua Subantártica y Agua Central del Atlántico Sur (Ciotti *et al.*, 1995, Machado *et al.*, 2013).

Dentro del ensamblaje de especies, el cual presentó un gran número de especies de agua cálida, los dinoflagelados estuvieron bien representados como ocurre generalmente en ambientes cálidos oligotróficos (Meave del Castillo *et al.*, 2012) y con una gran diversidad de Dinophysiales como se han hallado en el sur de Brasil (Haraguchi y Odebrecht, 2010). Sin embargo el grupo más abundante en todas las estaciones fueron las diatomeas, este resultado está en concordancia con lo encontrado en estudios anteriores en la ZCP, donde en todos ellos se había encontrado una dominancia de diatomeas (Elgue *et al.*, 1987, 1990; Gayoso y Podestá, 1996, Olguin *et al.*, 2006). A profundidades menores a 30m dominaron los nanoflagelados y a partir de los 30 m aproximadamente dominan las diatomeas. Este resultado coincide con lo establecido por Odebrecht y Castello (2013) donde los nanoflagelados dominan en aguas tropicales y comparten la dominancia con diatomeas y dinoflagelados en aguas costeras de plataforma con alta influencia continental, Agua Subantártica y Agua Central del Atlántico Sur como es nuestro caso.

Las especies pertenecientes al género *Asteromphalus* son generalmente reportadas como componentes raros del fitoplancton, que se hallan en muy baja abundancia, y solo en pocas ocasiones se las ha registrado en gran número (Hallegraeff y Jeffrey, 1984). Estas están asociadas principalmente en zonas tropicales y subtropicales (Hernández-Becerril, 1991). Las especies registradas en este trabajo pertenecientes a este género como *Asteromphalus arachne*, *A. elegans* y *A. cleveanus* no han sido citadas anteriormente para Uruguay, no obstante *A. arachne* y *A. elegans* han sido registradas para el sur de Brasil (García y Odebrecht, 2012). De igual forma gran número de los dinoflagelados encontrados en este trabajo ya habían sido citados para el sur de Brasil (Haraguchi y Odebrecht, 2010; Antuarte Islabão y Odebrecht, 2011) pero no existen antecedentes para Uruguay.

FRENTE MARÍTIMO

Publicación de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo

Nitzschia ikenae, una diatomea que se encontró en alta abundancia en aguas superficiales (<30m) de la cual no existen citas para Uruguay forma parte del complejo de especies *Nitzschia bicapitata*, característico de ambientes oceánicos (Fryxell, 2009) en aguas superficiales (Sócola, 2011). A pesar de presentar un tamaño muy inferior al poro de la red ésta fue hallada en grandes concentraciones en las muestras de red, formando agregados con otras partículas (nieve marina) coincidiendo con las descripciones de Lee y Fryxell (1996) y Fryxell (2009). Al parecer estas especies crecen en los sustratos a los que se adhiere en océano abierto resultando en concentraciones inesperadas, las cuales tienen implicancias para sus historias de vida, ciclos sexuales y evasión de predadores, además de cumplir un importante rol en el reciclado de nutrientes (Lee y Fryxell, 1996). Dado que *Nitzschia bicapitata* se ha registrado desde aguas oceánicas cálidas y templadas hasta los 54°-59°S donde predominan aguas subantárticas y antárticas, se puede definir como cosmopolita (Olguín *et al.*, 2006), sin embargo *Nitzschia ikenae* ha sido descrita para aguas cálidas (Lee y Fryxell, 1996).

En conclusión, la región NE de la ZCP presenta una hidrografía compleja sujeta a forzamientos físicos que operan a diferentes escalas temporales. Entre los que operan a escala interanual tenemos al ENSO. Este fenómeno climático que influye sobre el régimen de precipitaciones de la cuenca del Plata, influye no solo en el suministro de nutrientes sino también en la estratificación de la columna de agua. Además las variaciones estacionales en las masas de agua que son transportadas por la Corriente de Malvinas y Brasil y la convergencia de las mismas sobre la plataforma y talud generan frentes que influyen directamente en la dinámica de las aguas de plataforma y por lo tanto en las comunidades planctónicas. Las comunidades fitoplanctónicas encontradas presentaron un gran predominio de especies de aguas cálidas en concordancia con las características ambientales descritas en la zona norte del área ese estudio y la época del año.

Bibliografía

- ACHA, E.M., MIANZÁN, H.W., GUERRERO, R.A., FAVERO, M. BAVA, J. 2004. Marine fronts at the continental shelves of austral South America. Physical and ecological processes. *Journal of Marine Systems* 44: 83-105.
- ANTUARTE ISLABÃO, C., ODEBRECHT, C. 2011. Dinoflagelados (Peridiniales, Prorocentrales) do micropâncton na plataforma continental e talude do extremo sul do Brasil (Invierno 2005, Verão 2007). *Biota Neotropical* 11(3): 134-166
- BAKUN, A. PARRISH, R.H. 1991. Comparative studies of coastal pelagic fish reproductive habitats: the anchovy (*Engraulis anchoita*) of the southwestern Atlantic. *Journal of Marine Science* 48: 343-361.
- BALECH, E. 1988. Los Dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Instituto Español de Oceanografía, Madrid. Publicaciones Especiales.
- BRANDINI, F.P., BOLTOVSKOY, D., PIOLA, A., KOC-MUR, 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 Research Part I* 47: 1015-1033.
- BARREIRO, M., TIPPMANN, A. 2008. Atlantic Modulation of El Niño Influence on Summertime Rainfall over Southeastern South America. *Geophysical Research Letters* 35 (16): 1-5.
- CARRETO, J.I., MONTOYA, N., AKSELMAN, R., CARRIGNAN, M., SILVA, R., CUCCHI COLLEONI, D. 2008. Algal pigment patterns and phytoplankton assemblages in different water masses of the Río de la Plata maritime front. *Continental Shelf Research* 28: 1589-1606.
- CAZES-BOEZIO, G., ROBERTSON, A.W., MECOSO, C.R. 2003. Seasonal dependence of ENSO teleconnections over South America and relationships with precipitation in Uruguay. *Journal of Climate*, 16 (8): 1159-1176.
- CIECHOMSKI, J.D., SÁNCHEZ, R.P. 1986. Problemática del estudio de huevos y larvas de anchoita (*Engraulis anchoita*) en relación con la evaluación de sus efectivos pesqueros. Reseña de 20 años de investigación. *Publicación Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo* 1 (1): 93-109.
- 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. *Continental Shelf Research* 15 (14): 1737-1756.
- 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. *Publicación Comisión Técnica del Frente Marítimo* 3:103-108.
- ELGUE, J.C., BAYSEÉ, C., BURONE, F., PARIETTI, M. 1990. Distribución y sucesión espacial del fitoplancton de superficie de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (Invierno 1983). *Frente Marítimo* 6: 67-107.
- EMERY, W.J., MEINCKE, J. 1986. Global water masses: summary and review. *Oceanologica Acta* 9(4): 383-391.
- FÊDÚLOV P.P., REMESÍO, A.V., BURYKIN, S.N., PULISHCHUK, J.A. 1990. Variabilidad de la corriente de Malvinas. *Publicación Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo* 6 (A): 121-127.

- FERRARIO, M.E, SAR, E.A, SALA, S.E. 1995. Metodología básica para el estudio del fitoplancton con especial referencia a las diatomeas. En: ALVEAL, K, FERRARIO, M.E., OLIVEIRA, E.C., SAR, E (Eds) Manual de Métodos Ficológicos. Universidad de Concepción, Chile: 1-23.
- FRYXELL, G. 2009. *Nitzschia bicapitata* (Bacillariophyceae) and related taxa from Oceanic aggregations. *Diatom Research* 1: 43-73.
- GARCIA, M., ODEBRECHT, C. 2012. Remarks on the morphology and distribution of some rare centric diatoms in southern Brazilian continental shelf and slope waters. *Brazilian Journal of Oceanography* 60 (4): 415-427.
- GAYOSO, A.M., PODESTÁ, G.P. 1996. Hydrography and phytoplankton of the Brazil-Malvinas Currents Confluence. *Journal of Plankton Research* 18: 941-951.
- GOBERNA, E. 1988. Zooplancton de borde de plataforma II. Copépoda, composición específica, taxocenosis. *Publicación Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo* 4: 143-150.
- GUERRERO, R.A., PIOLA, A.R., 1997. Masas de agua en la Plataforma Continental. En: BOSCHI, E.E. (Ed.), *El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros*, Volume 1. Mar del Plata, Argentina: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, pp. 107–118.
- HALLEGRAEF, G.M., JEFFREY, S.W. 1984. Tropical phytoplankton species and pigments of continental shelf waters of North and North-West Australia. *Marine Ecology Progress Series* 20: 59-74
- HARAGUCHI, L. ODEBRECHT, C. 2010. Dinofisiales (Dinophyceae) no extreme Sul do Brasil (inverno de 2005, verão de 2007). *Biota Neotropical* 10 (3):101-114.
- HERNANDEZ-BECERRIL, D.U. 1991. The morphology and taxonomy of species of the diatom genus *Asteromphalus*. *Biblioteca Diatomologica* 23:1-54
- JEFFREY, S.W., HUMPHREY G.F. 1975. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochemie und Physiologie der Pflanzen* 167: 191-194.
- LEE, H.Y., FRYXELL, G. 1996. Bicapitate *Nitzschia* species: abundant nanoplankton in aggregates during November-December (1992) in the equatorial Pacific. *Journal of Plankton Research* 18 (8): 1271-1294.
- LIMA, I.D., GARCÍA, C.A.E., MÖLLER, O.O. 1996. Ocean surface processes on the southern Brazilian shelf: characterization and seasonal variability. *Continental Shelf Research* 16 (10): 1307–1317.
- MACHADO, I., BARREIRO, M., CALLIARI, D. 2013. Variability of chlorophyll a in the Southwestern Atlantic from satellite images: Seasonal cycle and ENSO influence. *Continental Shelf Research* 53: 102-109.
- MEAVE del CASTILLO, M.E., ZAMUDIO-RESENDIZ, M.E., CASTILLO-RIVERA, M. 2012. Riqueza fitoplanctónica de la Bahía de Acapulco y Zona Costera Aledaña, Guerrero, México. *Acta Botánica Mexicana* 100: 405-487.
- MESONES, C. GIMÉNEZ, J.L. 1993. Estructura física de las masas de agua del frente oceánico uruguayo en el invierno tardío. Resumen X Simposio Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo Montevideo, Uruguay.
- MARTÍNEZ, A., ORTEGA, L. 2007. Seasonal trends in phytoplankton biomass over the Uruguyan Shelf. *Continental Shelf Research* 27: 1747-1758.

- MUELBERT, J., ACHA, M., MIANZAN, H., GUERRE-RO, R., RETA, R., BRAGA, E., GARCIA, V., BERA-SATEGUI, A., GOMEZ-ERACHE, M., RAMIREZ, F. 2008. Biological, physical and chemical properties at the Subtropical Shelf Front Zone in the SW Atlantic Continental Shelf. *Continental Shelf Research* 28: 1662–1673.
- 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. *Publicación Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo* 4: 151-161.
- ODEBRECHT, C., CASTELLO, J.P. 2013. The Convergence Ecosystem in Southwest Atlantic. En: SEELIGER, U., KJERFVE, B. Coastal Marine Ecosystems of Latin America. *Ecological Studies* 144. 147-162.
- OLGUÍN, H.F., BOLTOVSKOY, D., LANGE C.B, BRANDINI, F. 2006. Distribution of Spring Phytoplankton (mainly Diatoms) in the upper 50 m of the Southwestern Atlantic Ocean (30-61°S). *Journal of Plankton Research* 28(12):1107–28.
- ORTEGA L., MARTÍNEZ, A. 2007. Multiannual and Seasonal Variability of Water Masses and Fronts Over the Uruguayan Shelf. *Journal of Coastal Research* 23(3): 618-629.
- ORTEGA, L., CELENTANO, E., FINKL, C., DEFEO, O. 2013. Effects of Climate Variability on the Morphodynamics of Uruguayan Sandy Beaches. *Journal of Coastal Research*, 289: 747-755.
- PARSONS, T.R., MAITA, Y., LALLI, C. M. 1984. A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis. Pergamon Press, New York: 173 pp.
- PIOLA, A.R., CAMPOS, E.J.D. MÖLLER, O.O., JR.; CHARO, M., MARTINEZ, C., 2000. The subtropical shelf front off eastern South America. *Journal of Geophysical Research*, 105(C3), 6565–6578.
- REYNOLDS, R.W., RAYNER, N.A, SMITH, T.M., STOKES, D.C, WANG, W. 2002: An Improved *In Situ* and Satellite SST Analysis for Climate. *Journal of Climate* 15:1609-1625.
- ROUND, F.E., CRAWFORD R.M, MANN D.G. 1990 . The diatoms: Biology and morphology of the genera. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- SÓCOLA, ME. 2011. Variación del fitoplancton silicio en proceso de disolución frente a la costa del Callao (12°S), Perú Central. Tesis de Licenciatura en Biología 147pp.
- THOMSEN, H., 1962. Masas de agua características del Océano Atlántico (parte Sudoeste). Buenos Aires: Servicio de Hidrografía Naval, Secretaría Marina, *Publ H632*: 1–27.
- THRONDSEN, J. 1978. Preservation and storage. En: SOURNIA, A. (Ed.). *Phytoplankton manual*. UNESCO Monogr. Oceanogr. Method. UNESCO. 6: 69-74
- TOMAS, C.R., 1995. Identifying Marine Phytoplankton. Academic Press, 385 pp.
- UTERMÖHL, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton Methodik. *Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 9:1-38.
- ZAVIALOV, P.O., WAINER, I., ABSY, J.M. 1999. Sea surface temperature variability off southern Brazil and Uruguay as revealed from historical data since 1854. *Journal of Geophysical Research* 104: 21021–21032.