Frente Marítimo
Publicación de la CTMFM
2025

SERIES DE TIEMPO ECOLÓGICAS MARINAS EN LA ZONA COMÚN DE PESCA (ZCP) ARGENTINO-URUGUAYA

Lutz V.[1,2], Segura V. [1a], del Valle D.A. [1,2], Berghoff C. [1], Epherra L. [1,2], Fernández J. [1], Silva R. [1], Giorgini M. [1], Allega L. [1], Carignan M. [1], Cepeda G. [1,2], Cozzolino E. [1], Diaz M. [1,2], Di Mauro R. [1,2], Do Souto M. [1,2], Fenco H. [1], Hozbor C. [1], Jurquiza V. [1], Leonarduzzi E. [1], Luz Clara M. [1,2], Maenza R.A. [1], Martínez Goicoechea A. [3], Molinari G. [1], Montoya N. [1], Peresutti S. [1], Ruiz G. [1], Albornoz M. [1], Trucco M.I. [1], Zorzoli A. P. [4], Mattera B[1], Gorriti Goroso B. [1]

[1]Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata, Argentina.
[2]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.
[3]Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA), Uruguay.
[4]Servicio de Hidrografía Naval (SHN), Argentina.

MARINE ECOLOGICAL TIME SERIES IN THE COMMON FISHING ZONE (ZCP) SHARED BY ARGENTINA AND URUGUAY

Summary: Marine Ecological Time Series (METS), derived from discrete sampling from platforms (usually a ship), provide essential information to understand the way ecosystem functions. By integrating information of different METS, temporal and spatial knowledge at regional or global scales may be achieved. Despite the existence of the existence of numerous METS in different regions of the ocean, they are not yet sufficient to understand in depth neither the complex natural dynamics of the great ecosystems, nor the anthropogenic impacts on them. METS in the Southern Hemisphere are scarce, particularly in the South West Atlantic. This document provides information on the organization and some results of the METS EPEA, COSTALes, and El Veril, which were obtained as part of the Program Marine Plankton Dynamics and Climate Change of the National Institute for Fisheries Research and Development (INIDEP) of Argentina.

Key words: Marine Ecological Time Series; South West Atlantic; EPEA; COSTALes; Veril

Resumen: Las Series de Tiempo Ecológicas Marinas (STEM), es decir aquellas que involucran muestreo desde una plataforma (usualmente un barco) que permite la colecta de muestras discretas, proveen información esencial para entender el funcionamiento de un ecosistema. Cuando se integra información de diferentes STEM se logra un conocimiento temporal y espacial, a escala regional o global. Existen numerosas STEM en distintos sitios del océano, aunque no aún las suficientes para entender en profundidad la compleja dinámica natural de los grandes ecosistemas, ni menos aún los efectos antropogénicos sobre los mismos. Son escasas las STEM en el hemisferio sur y en el Atlántico Sudoccidental en particular. En este artículo se presenta la organización y algunos resultados de las STEM EPEA, COSTALes y El Veril, que se desarrollan en el marco del Programa Dinámica del Plancton Marino y Cambio Climático del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero.

Palabras claves: Series de Tiempo Ecológicas Marinas; Atlántico Sudoccidental; EPEA; COSTALes; Veril

INTRODUCCIÓN

Los eventos biológicos en el mar se producen a distintas escalas espaciales y temporales. En la escala espacial, estos eventos van desde el nivel molecular, donde ocurren procesos fisiológicos como por ejemplo la fotosíntesis y la absorción de nutrientes, hasta la escala de cientos de kilómetros, como los florecimientos fitoplanctónicos. En cuanto a la escala temporal, los mismos abarcan desde milisegundos, como por ejemplo la fotosíntesis y la emisión de fluorescencia, hasta escalas estacionales como el ciclo de crecimiento poblacional de las comunidades del plancton en mares templados, e incluso decadales, como aquellos asociados a fenómenos naturales físicos como El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) o Modo Anular del Sur (SAM), entre otros. A estos últimos se suman aquellos fenómenos que son consecuencia de cambios antropogénicos como el cambio climático (Edwards et al. 2010).

A fin de entender la dinámica de los ecosistemas marinos, los posibles cambios en sus condiciones ambientales y en las comunidades de organismos que se producen en las distintas escalas temporales, se deben realizar observaciones de un amplio conjunto de variables con continuidad en el tiempo en sitios fijos. Estos estudios se llevan a cabo en las llamadas "Series de Tiempo Ecológicas Marinas (STEM)", e involucran muestreos desde plataformas (usualmente embarcaciones), brindando información crucial para el entendimiento de los ecosistemas marinos (Ducklow et al. 2009; Koslow & Couture 2013; Benway et al. 2019). En primer lugar, en las STEM se recaba información sobre variables meteorológicas, físicas, químicas y biológicas necesarias para conocer la biodiversidad, y entender las tramas tróficas, procesos y ciclos biogeoquímicos (e.g., el ciclo del carbono). Además, las STEM contribuyen a distinguir a largo plazo los cambios que se producen en los ecosistemas por causas antropogénicas, por sobre la variabilidad natural. Idealmente, los datos obtenidos de las STEM en diversas áreas del océano mundial deben ser interoperables y así facilitar su asimilación en modelos que permitan un conocimiento de cambios temporales a gran escala espacial (Benway et al. 2019). Asimismo, al proveer datos *in situ* de alta calidad, las STEM permiten validar los productos

[a] vsegura@inidep.edu.ar; vlutz@inidep.edu.ar

derivados del uso de sensores remotos (e.g., temperatura y clorofila-a derivada de imágenes satelitales) y de modelos biogeoquímicos y tróficos. A su vez, una STEM ya establecida por varios años es una excelente plataforma de entrenamiento para estudiantes, técnicos e investigadores; además de permitir el testeo de nuevas tecnologías.

En el medio marino, la amplia problemática del cambio global resultado de las actividades humanas incluye la eutrofización, contaminación, sobre-explotación de los recursos naturales, introducción de especies exóticas, y efectos derivados del cambio climático (Barange et al. 2010, Duarte 2014), cuyas proyecciones de impactos en el mediano y largo plazo son alarmantes (IPCC 2022). El clima del planeta se encuentra mayormente regulado por la interacción de dos grandes sistemas fluidos: la atmósfera y el océano. Sin embargo, hasta hace poco tiempo, el océano no recibía suficiente atención en el contexto de cambio climático global (https://www.globenewswire.com/news-release/2021/10/01/2307326/0/en/UPDATED-International-Scientists-Signal-Significant-Gap-In-Global-Climate-Target-Calculations.html). Se estima que el océano ha absorbido aproximadamente un 28% del exceso de CO_2 incorporado a la atmósfera por acciones antropogénicas y más del 90% del exceso de calor producto del incremento de la concentración de gases efecto invernadero en la atmósfera (Gattuso et al. 2015). Por lo tanto, el océano juega un rol fundamental en aminorar los cambios, a la vez que se ve afectado por ellos. Se han observado una serie de cambios vinculados a los efectos del cambio climático en el medio marino, que abarcan variaciones en la temperatura de la superficie del agua, la estratificación oceánica, cambios en la biodiversidad marina, la expansión de zonas hipóxicas y la disminución del pH, entre otros. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) realizó una compilación de información donde se presentan los cambios observados en distintos ecosistemas marinos del mundo a través de los datos obtenidos en numerosas STEM a nivel global (O'Brien et al. 2017).

Entre los cambios que ocurren en el ecosistema marino debido al cambio climático, la perturbación de la trama trófica es especialmente importante ya que impacta sobre servicios ecosistémicos como ser la provisión de alimentos y la regulación de gases de relevancia climática (IPCC 2019; IPCC 2022; Buratti et al. 2022). Un ejercicio de modelado (Lotze et al. 2019) predice que la biomasa animal global media disminuiría aproximadamente entre 5% y 17% hacia 2100 (según el escenario de emisiones) sin considerar el efecto de la pesca. Esta disminución se atribuye a un proceso de amplificación de la señal climática desde los productores primarios, que se dispara a partir de un incremento relativo del fitoplancton de menor tamaño, y aumenta hacia niveles tróficos más altos. Este cambio en la composición del fitoplancton podría implicar también una disminución en la capacidad biológica de captación de CO_2 (e.g., Schloss et al. 2007; Carvalho et al. 2021). Discernir estos cambios implica un conocimiento de la diversidad de especies del plancton, lo que requiere del minucioso trabajo de taxónomos expertos (McQuatters-Gollop et al. 2017). Aunque en la actualidad existen sofisticadas técnicas (instrumentos como el FlowCAM y el citómetro de flujo) que facilitan esta tarea, son pocas las STEM que cuentan con esta valiosa información (O'Brien et al. 2017, Benway et al. 2019, Lutz et al. 2023).

En el hemisferio sur, y en el Atlántico Sudoccidental en particular, las STEM son escasas (O'Brien et al. 2017). Sin embargo, en los últimos años se han establecido nuevas en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCP), como por ejemplo la reciente estación "South Atlantic Microbial Observatory (SAMO)" en la costa uruguaya (34°42'S – 54°15'O). Este artículo se enfocará en las STEM organizadas desde el Programa "Dinámica del Plancton Marino y Cambio Climático (DiPlaMCC)" del INIDEP. Desde el año 2000, este Programa se ha dedicado a llevar a cabo observaciones en STEM con los objetivos principales de: a) estudiar la variabilidad a largo plazo en las condiciones oceanográficas, detectar eventos especiales, e investigar estos cambios en un contexto de cambio climático; y b) elaborar un marco conceptual de la estructura trófica de la comunidad planctónica, investigar sus variaciones temporales y su relación con las variables ambientales.

La primera STEM establecida por el Programa en el año 2000 fue la "Estación Permanente de Estudios Ambientales" (EPEA) en la costa argentina (38º 28' S, 57º 41'O), localizada a unas 13 millas de la ciudad de Miramar, Argentina (Figura 1). Este sitio se eligió debido a que desde 1994 se desarrollaba allí un muestreo ocasional para monitorear la presencia de algas nocivas. En 2009, se retomaron las observaciones de una sección que había sido previamente estudiada en la década de 1980 (primero en 1981, y luego de 1987 a 1989). La misma se localiza desde la costa, a la altura de Mar del Plata, Argentina, hasta cruzar el talud, denominada COSTAL-AR (de la COSta al TALud, Figura 1). En 2014, en el marco de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (CTMFM), se realizó una campaña conjunta con Uruguay donde se anexó a la COSTAL-AR una sección, denominada COSTAL-UY, desde la costa a la altura de La Paloma, Uruguay, hasta cruzar el Talud (Figura 1). En 2019, dentro del mismo marco de la CTMFM, durante una campaña denominada "Salud ambiental y plancton en la ZCP en un escenario de Cambio Global", se incluyó una tercera sección llamada COSTAL-RP localizada desde la desembocadura del Río de la Plata hasta cruzar el Talud (Figura 1). Por otra parte, en 2018 se inició un proyecto de ciencia ciudadana en colaboración con el Centro de Actividades Submarinas Escualo (CASE) para realizar un muestreo de variables relacionadas a la acidificación oceánica en un sitio ubicado a aproximadamente 12 km de Mar del Plata (38° 10,5 ´ S, 57° 25,4 ´ O) en un banco conocido como "El Veril del Banco de Afuera" con 20 metros de profundidad (Figura 1). Al involucrar a científicos ciudadanos, esta última STEM suma otros beneficios. Por un lado, se aumenta la frecuencia de análisis de variables relevantes a través del muestreo que realizan los buzos; y por el otro expande a través de sus miembros la divulgación sobre temas que atañen al ecosistema marino a la sociedad en general.

Organización de las STEM

Organizar y mantener una STEM representa un gran esfuerzo en cualquier lugar del mundo, pero el desafío es aún mayor en países en desarrollo. Uno de los principales obstáculos que se enfrenta es contar con tiempo de buque, un aspecto que se ve restringido tanto por los costos involucrados como por las complicaciones inherentes a su obtención. Igualmente, importante es contar con un equipo de investigación pujante para llevar a cabo los muestreos y estudios. Por su naturaleza, una STEM es una carrera de

relevos a largo plazo, por lo tanto, no es trivial mantener un equipo de trabajo capaz y entusiasta que debe sostener una capacitación continua, adaptarse a las demandas cambiantes de la investigación, y desempeñar un papel crucial en la transferencia de conocimientos a la próxima generación de técnicos y científicos que han de tomar la posta.

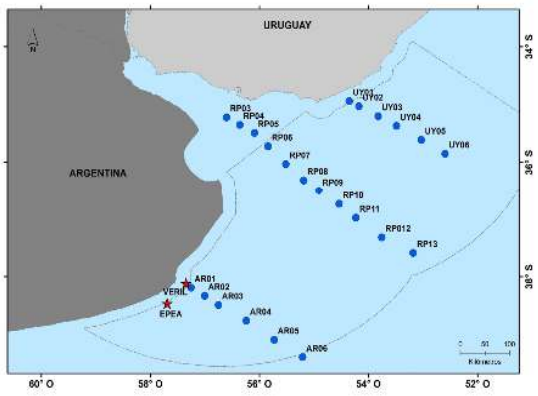


Figura 1. Localización de las Series de Tiempo Ecológicas Marinas (STEM) que se estudian en el marco del Programa Dinámica de Plancton Marino y Cambio Climático (DiPlaMCC) del INIDEP. En línea gris continua se indica el límite de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCP).

A la vez, este equipo debe colaborar y nutrirse de la interacción con colegas de otras instituciones nacionales e internacionales. Estos esfuerzos colaborativos enriquecen la investigación al proporcionar perspectivas y recursos diversos, esenciales para abordar cuestiones complejas a escala global, como el cambio climático. Las mediciones que se realicen deben incluir aquellas variables básicas, e ir incorporando nuevas que profundicen el conocimiento del ecosistema. Es fundamental utilizar métodos aceptados por la comunidad (Lorenzoni et al. 2013), así como documentar debidamente los protocolos usados. Otro aspecto clave es diseñar un sistema de resguardo para la metadata y data que se adquiere a lo largo de la STEM. Además, es importante aplicar técnicas estadísticas apropiadas para visualizar e interpretar los resultados obtenidos en las distintas escalas temporales (O'Brien et al. 2017, Sutton et al. 2022), tanto de conjuntos de variables individuales, como aquellas que permitan la integración de todas las variables estudiadas. Idealmente, los datos recabados en la serie de tiempo pueden contribuir a ejercicios de modelado que brinden una visión más amplia, aunque menos precisa, de la dinámica del ecosistema. Esto también ofrece la oportunidad de identificar huecos de información. En resumen, el esfuerzo de mantener una STEM implica navegar por una red compleja de desafíos logísticos, organizativos y colaborativos, mientras se realiza la exploración científica con el fin de ampliar los límites de nuestra comprensión del mundo natural.

En el caso de las STEM desarrolladas desde el Programa DiPlaMCC, la lista de variables y parámetros, así como la mayoría de los protocolos utilizados, están disponibles en el sitio web https://www.argentina.gob.ar/inidep/programa-dinamica-del-plancton-marino-y-cambio-climatico/.
También se ha creado un repositorio para la metadata de la serie EPEA (Fernández Acuña, 2023), ya accesible en https://diplamcc.inidep.edu.ar/manage/login.html con el usuario: MetadataEPEA y la clave: METepea. El repositorio de metadata de la EPEA permite acceder a información tal como la cantidad de muestreos en los distintos meses a lo largo de la serie y el número de veces que se tomaron muestras para las distintas variables estudiadas (Figuras 2 y 3). Además, se está trabajando en la organización de una base de datos única, comenzando con datos de bio-óptica y biogeoquímicos.

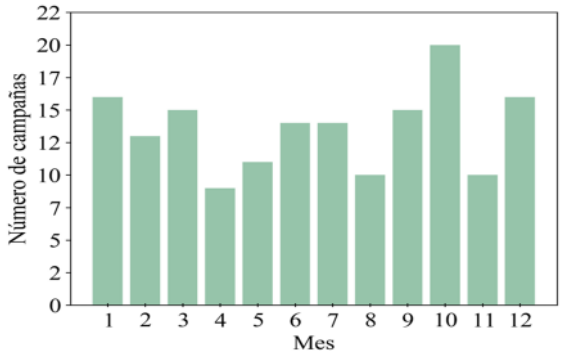


Figura 2. Número de campañas a la EPEA realizadas en los distintos meses del año a lo largo de la serie (de febrero 2000 a octubre 2023).

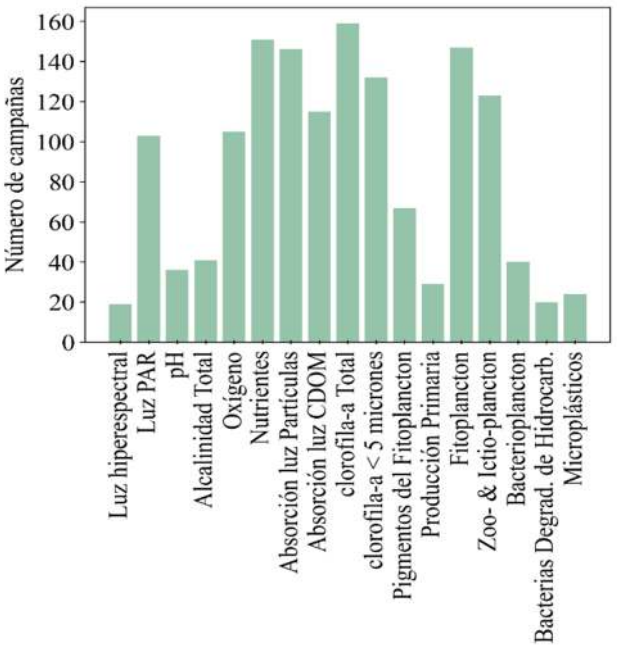


Figura 3. Número de campañas en que se tomó al menos una muestra de las variables consideradas en la EPEA a lo largo de la serie (desde febrero 2000 a octubre 2023). *Notas:* 1) Figuran aquí las principales variables reportadas en el repositorio del Programa DiPlaMCC (i.e., las variables físicas que se miden en todas las campañas a la EPEA se encuentran en la base BARDO del INIDEP y no están detalladas aquí); 2) No todas las variables se comenzaron a medir desde el comienzo de la serie (e.g., pH se comenzó a medir en 2015).

¿Qué sabemos hasta ahora de las STEM?

A partir de los datos recabados en la EPEA hasta el año 2023, se elaboraron un total de 21 publicaciones en revistas científicas (más uno en este mismo número), 6 tesis doctorales, y un gran número de presentaciones en reuniones científicas (Anexo 1). Entre las publicaciones se destacan las editadas en la revista "Marine and Fishery Sciences (MAFIS)" del INIDEP por presentar resultados de los primeros 17 años de la serie, como, por ejemplo:

Se observó en el ictioplancton que los huevos y larvas de anchoíta presentaron un ciclo anual con máximos de abundancia en primavera, sin registrar tendencias de cambio interanual (Leonarduzzi et al. 2021).

- El zooplancton presentó tendencias de cambio interanual, aunque no significativas, de acuerdo a su tamaño. Las especies de la familia *Oithonidae,* de tamaño pequeño (<1 mm) aumentaron, mientras que el copépodo *Calanoides carinatus* de mayor porte (>2 mm) y larvas de lamelibranquios tendieron a disminuir desde el año 2000 al 2017 (Viñas et al. 2021).
- En el período comprendido entre 2006 y 2018 se observó un ligero incremento interanual en la abundancia de bacterias degradadoras de hidrocarburos (BDH). También se aislaron 36 cepas de BDH con el fin de determinar su crecimiento en diversos tipos de estos compuestos (Peresutti 2021).
- Los estudios de bio-óptica en el periodo 2000 al 2017 evidenciaron que la concentración de clorofila-a total a 5 m presentó los valores promedio más altos en los meses correspondientes al período frío (Figura 4), aunque se observaron eventos especiales con concentraciones de clorofila-a total > 4 mg m^{-3} en meses cálidos. Además, la clorofila-a mostró una tendencia interanual de aumento significativa, especialmente la correspondiente a la fracción de tamaño de fitoplancton < 5 µm (Figura 5) (Ruiz et al. 2020).

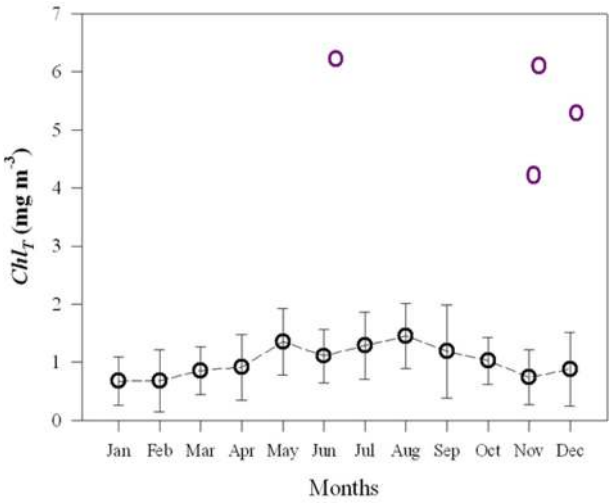


Figura 4. Valores de concentración de clorofila-a total a 5 m para el período 2000-2017 en la EPEA. Los círculos representan promedios mensuales, las barras las desviaciones estándar. Los círculos violeta indican valores extremos (> 2SD), que fueron excluidos del cálculo de las medias. (Figura reproducida de la Figura 5 de Ruiz et al. 2020).

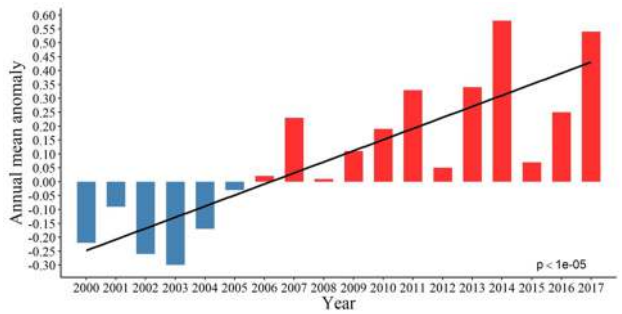


Figura 5. Promedios anuales de las anomalías de la clorofila-a < 5 µm a 5 m para el período 2000-2017 en la EPEA. (Figura reproducida de la figura 12 de Ruiz et al. 2020).

En cuanto a las COSTALes, se han publicado 7 trabajos sobre la sección que parte de Mar del Plata, actualmente denominada COSTAL-AR (Lutz et al. 1991, Negri et al. 1992, Negri 1993, Carreto et al. 1995, Negri et al. 2016, Cepeda et al. 2020, Berghoff et al. 2023). Los resultados pueden resumirse en:

La dinámica general del área pudo describirse interpretando conjuntamente datos obtenidos en 8 campañas realizadas entre 1987 y 1989 (Carreto *et al.*, 1995). En este trabajo se identificó la presencia de 3 sistemas físicos: (1) un sistema costero verticalmente homogéneo separado por un frente costero de (2) un sistema de plataforma media con aguas subantárticas, a su vez separado por el frente de talud del (3) sistema influenciado por la corriente de Malvinas. Se pudo observar que la biomasa de fitoplancton, de acuerdo con la concentración de clorofila-a, siguió un ciclo estacional. Los mayores valores de clorofila-a ocurrieron en primavera comenzando desde la zona costera, y a medida que avanzaba el período se intensificaban en plataforma media, en coincidencia con el comienzo de la estratificación; luego al progresar el verano disminuían en esta zona, debido al consumo de los nutrientes en la capa superficial, quedando un máximo a la profundidad de la picnoclina; encontrándose los valores más altos en la zona cercana al talud, probablemente debido al ingreso de nutrientes desde la corriente de Malvinas. También fue observable un segundo florecimiento en otoño (Lutz & Carreto 1991, Negri et al. 1992, Carreto et al. 1995). La clorofila-b, indicadora de la presencia de fitoflagelados de pequeño tamaño, fue hallada especialmente en profundidad y en la corriente de Malvinas en otoño (Lutz & Carreto 1991). Un intenso florecimiento del dinoflagelado *Gyrodinium* cf *aureolum* (actualmente denominado *Gymnodinium aureolum*), con concentraciones de clorofila-a de hasta 16 mg m^{-3}, fue observado en la capa superficial de la plataforma en octubre 1988 (Negri et al. 1992).

Un estudio multidisciplinario que abarcó el ambiente físico, bio-óptico, químico, y biogeoquímico, así como la biodiversidad microbiológica y planctónica de la primera campaña (OB0214) donde se estudiaron las dos secciones COSTAL-AR (denominada en ese momento COSTAL-I) y COSTAL-UY (denominada en ese momento COSTAL-II) en el marco de la CTMFM en marzo de 2014 (Negri et al. 2016). Las principales conclusiones fueron que, en ambas secciones, a pesar de las diferencias en las condiciones ambientales, se desarrollaron tramas tróficas microbianas en las cuales los productores primarios fueron preponderantemente células pequeñas (< 5 µm). Este tipo de tramas planctónicas tienen mayor eficiencia trófica dado el fuerte acoplamiento entre los distintos componentes del plancton, lo que conduce a la canalización de la mayor parte del carbono hacia la producción de peces pelágicos, y por ende la exportación de carbono biogénico es limitada.

En otro trabajo se realizó el análisis de las comunidades de zooplancton en relación a los sistemas ambientales en la campaña OB0214 (Cepeda et al. 2020). Allí se describió un gradiente en la dominancia de especies de zooplancton desde tamaño más pequeño en la pluma del Río de la Plata, hacia especies de mediano y gran tamaño fuera de ésta, en plataforma y talud; y se infirió la implicancia de este gradiente en el flujo de energía en la trama trófica incluyendo el bucle microbiano.

El sistema de los carbonatos se investigó en relación al ambiente y las comunidades de fitoplancton en dos

campañas de verano (VA0119 y VA1219) en la COSTAL-AR (Berghoff et al. 2023). Se encontró que en el verano la sección es un importante sumidero de CO_2 y presenta una alta variabilidad en la fugacidad de ese gas en el mar en la plataforma argentina. El fitoplancton tuvo un rol importante en la modulación de la toma de CO_2, especialmente en plataforma media y externa; la mayor contribución a la fijación de CO_2 estuvo dada por el fitoplancton de pequeño tamaño. Es importante destacar que datos asociados al sistema de los carbonatos obtenidos en campañas COSTALes han sido compartidos en el sitio internacional "Surface Ocean Carbon Atlas (SOCAT)" [database (Bakker et al. 2016, 2021; https://www.socat.info/index.php/version-2021/ - Expocode: 08D820190124], con el objetivo de contribuir a la cuantificación de la captación oceánica de CO_2 atmosférico a nivel global, y facilitar la evaluación de modelos biogeoquímicos oceánicos. Otro set de datos ha sido compartido en el sitio Global Ocean Acidification Observing Network (GOA-ON) Portal Data (http://portal.goa-on.org/SDG.14.3.1), contribuyendo como una de las estaciones representativas de Argentina para reporte el indicador ODS 14.3.1. "Acidez media del mar (pH)".

Un artículo describiendo el plancton autotrófico (Martínez Goicochea et al.) de la última campaña conjunta con Uruguay en el marco de la CTM (VA1219) se presenta en este número, y otros trabajos de carácter ecológico y biogeoquímico se encuentran en elaboración. A continuación, se muestra una visión general de la distribución de clorofila-a durante esta campaña, que cubrió las tres secciones COSTAL-AR, COSTAL-RP y COSTAL-UY (Lutz et al. 2020). Previo a la campaña, se realizó un seguimiento de los valores promedio semanales de la concentración de clorofila-a superficial a partir de imágenes Aqua MODIS con una resolución espacial de 4 km (ClaSat), desde septiembre de 2019 hasta finalizada la campaña, la cual se llevó a cabo del 6 al 14 de diciembre de 2019 (Figura 6). Los datos de ClaSat son de gran utilidad para el seguimiento de la distribución superficial del fitoplancton, ya que nos proporcionan estimaciones con una alta resolución espacial y temporal. La evolución temporal de la ClaSat indicó que la campaña se llevó a cabo pasado el pico de la floración primaveral de plataforma, como también permitió observar la alta heterogeneidad espacial presente en el área de estudio. Sin embargo, la utilidad ecológica de los datos de ClaSat es limitada ya que los valores solo son un reflejo de lo que ocurre en la capa superficial del océano. Como es sabido, la distribución de clorofila-a no es verticalmente uniforme y puede haber máximos a distintas profundidades de la columna de agua, dependiendo de las condiciones físicas, químicas y biológicas en ésta (Cullen 2015). Es decir, la ClaSat puede no ser representativa de la distribución de clorofila-a en la columna de agua, y por ende de la distribución de biomasa fitoplanctónica. Por lo tanto, se enfatiza así la importancia de realizar mediciones in situ de clorofila-a tanto en superficie como en la columna de agua. Para ejemplificar esta situación graficamos la concentración de clorofila-a en los primeros 50 m en las tres secciones COSTAL (Figura 7 A, C, E), como así también el cociente entre la concentración de clorofila-a a cada profundidad y la concentración a 5 m (Cla-z/Cla-5m) (Figura 7 B, D, F). Los resultados mostraron que tanto la concentración de clorofila-a como el cociente Cla-z/Cla-5m fueron altamente variables en los primeros 50 m de la columna de agua en muchas de las estaciones estudiadas. Valores de Cla-z/Cla-5m > 3 se observaron en las estaciones RP06, RP08, RP11, RP13 (correspondientes a la sección COSTAL-RP) y AR04 (correspondientes a la sección COSTAL-AR); indicando que en estas estaciones los valores próximos a la superficie, y por ende los estimados a partir de imágenes satelitales, no fueron buenos indicadores de la concentración de clorofila-a en la columna de agua.

CONSIDERACIONES FINALES

Los estudios de series de tiempo fueron, lamentablemente, durante mucho tiempo poco valorados siendo calificados de monitoreos técnicos, repetitivos, poco originales y, en definitiva, de no ser verdaderamente "científicos" (Nisbet 2007); a pesar de haber contribuido significativamente a mejorar la comprensión de los procesos básicos que controlan la biogeoquímica marina en escalas temporales de estacionales a decadales (e.g., O'Brien et al. 2017, Benway et al. 2019). Actualmente, la problemática del cambio climático y sus impactos ha revalorizado la importancia de conocer la dinámica natural de los ecosistemas, como también poder identificar cambios extremos o tendencias derivadas de efectos antropogénicos. A pesar del gran esfuerzo puesto en distintos tipos de modelado (físico, químico, biológico, y biogeoquímico) a distintas escalas para intentar establecer el funcionamiento y los cambios que ocurren en distintos ecosistemas a nivel regional o global, sus resultados deben ser robustecidos y validados con datos de campo. Es así que cada vez cobran mayor relevancia los estudios de STEM (O'Brien et al. 2017, Benway et al. 2019).

Las STEM, como las estudiadas en el Programa DiPlaMCC, ofrecen en primera instancia una comprensión detallada de las relaciones entre las condiciones ambientales y la comunidad del plancton en el sitio en un momento dado. Luego, a medida que se mantienen las observaciones a lo largo del tiempo se conoce el ciclo estacional, el cual se podría dar por "típico" cuando se ha repetido el muestreo por unos 10 años. Finalmente, luego de dos o más décadas de estudio se puede comenzar a analizar si están ocurriendo cambios con tendencias definidas (Edwards et al. 2010). Este conocimiento de la dinámica temporal derivado de una STEM está obviamente limitado a ese sitio determinado, por lo que, a fin de expandir esta información a una escala espacial mayor, es necesario comparar el comportamiento de distintas STEM localizadas en diversos sitios (e.g., Bates et al. 2014, O'Brien et al. 2017, Lutz et al. 2023). De allí que los puntos discretos de las STEM cobran aún mayor valor cuando se unen en redes regionales y globales. En este contexto, la estación EPEA es parte de la Red Argentina de Observación Marina "ROMA" (https://www.pampazul.gob.ar/redes-de-observacion/), la red latinoamericana Antares y la red internacional IGMETS (O'Brien et al. 2017, https://www.st.nmfs.noaa.gov/copepod/time-series/ar-10201/copepodite/index.html).

Los pasos futuros para los sitios donde se encuentran las STEM del Programa DiPlaMCC incluirían la elaboración de indicadores del estado del ecosistema, y de modelos físico-biogeoquímicos del funcionamiento del ecosistema y tróficos de la dinámica de la comunidad del plancton. La inserción de las STEM del Programa DiPlaMCC en redes regionales y globales (ROMA, Antares e IGMETS) representa una contribución significativa al conocimiento a mayor escala espacial, que debe continuar y ampliarse. Es crucial lograr un firme compromiso de la comunidad global

incluyendo agencias e instituciones financiadoras para sostener e incrementar las observaciones marinas de series que incluyan determinaciones de biodiversidad y biogeoquímica a fin de evaluar adecuadamente el estado ecológico de los océanos.

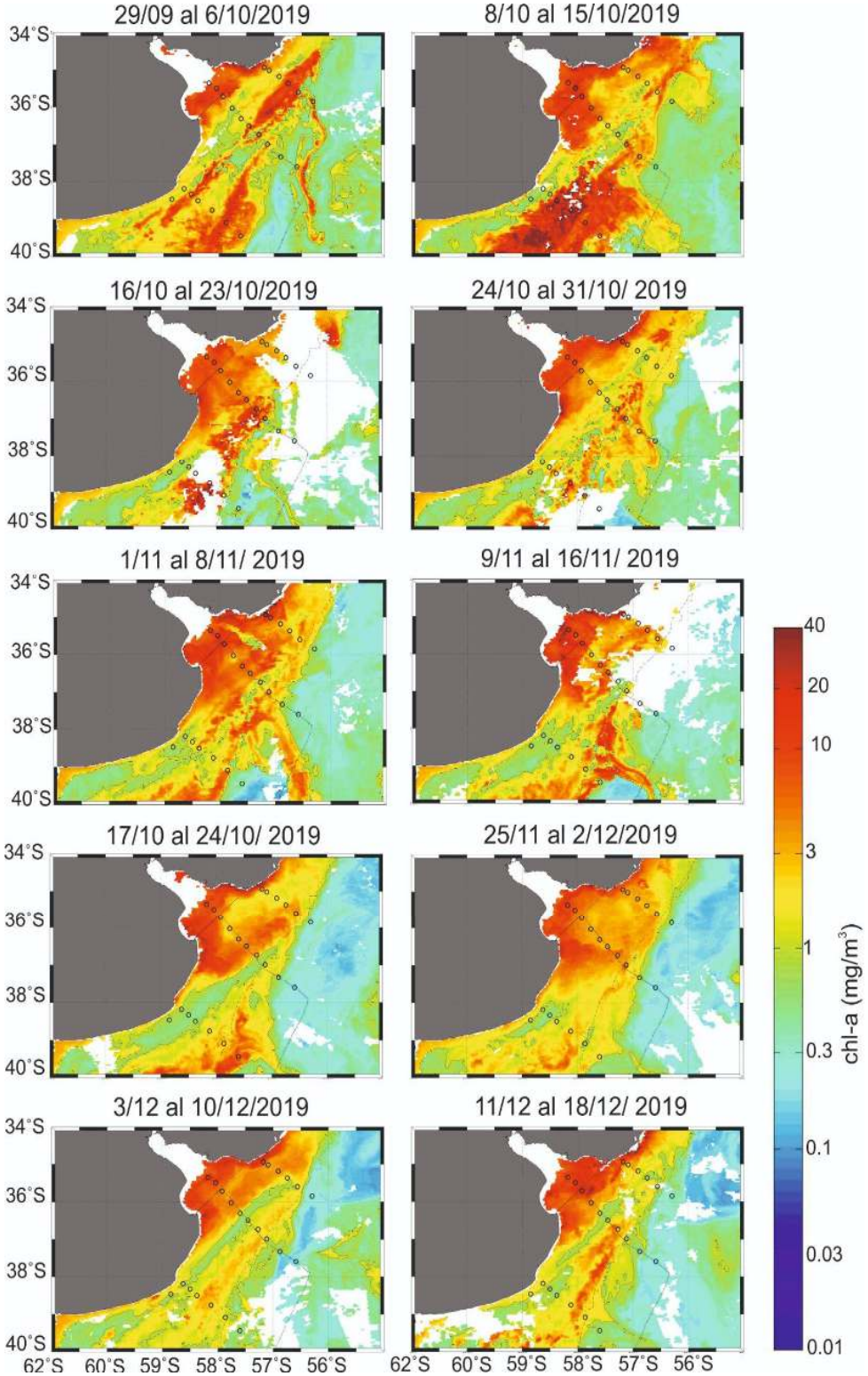


Figura 6: Distribución espacial y temporal de clorofila-a estimada a partir de imágenes satelitales (ClaSat) desde el 29 de septiembre al 18 de diciembre de 2019 en la región estudiada durante la campaña VA1219. Las estaciones correspondientes a la COSTAL-UY, COSTAL-RP, COSTAL-AR y EPEA están señaladas mediante círculos. Imágenes Aqua MODIS con una resolución espacial de 4 km.

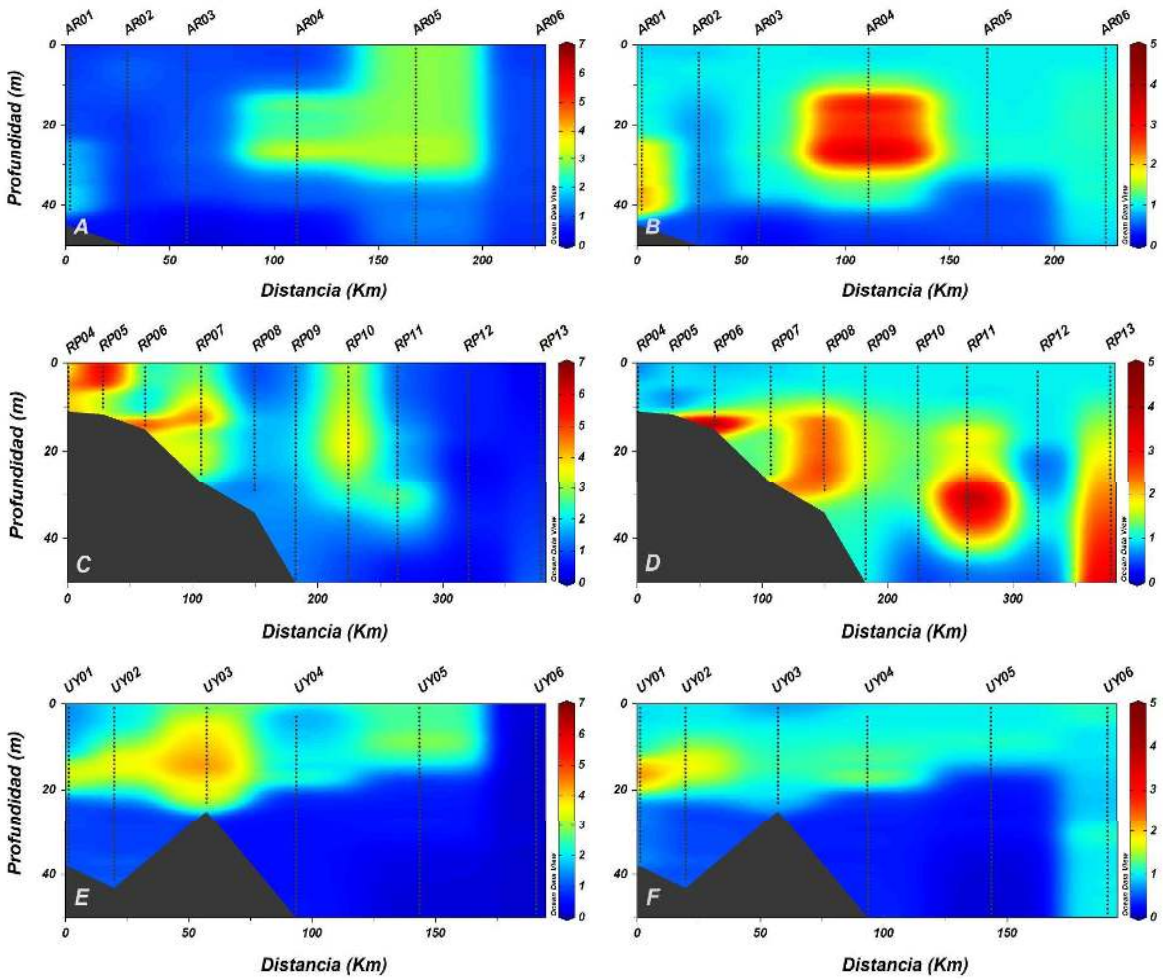


Figura 7: (A, C, E) Concentración de clorofila-a derivada de valores de fluorescencia in vivo corregidos con clorofila-a in situ (mg m^{-3}) y (B, D, F) cociente de la concentración de clorofila-a en profundidad respecto a la clorofila-a a 5 m (Cla-z/Cla-5m, adimensional) en los primeros 50 m de las secciones (A, B) COSTAL-AR, (C, D) COSTAL-RP y (E, F) COSTAL-UY durante la campaña VA1219.

AGRADECIMIENTOS

A Rubén Negri, que tuvo la visión de generar las series de tiempo EPEA y COSTALes y luchó fervorosamente por su mantenimiento y crecimiento. A todos los colegas y estudiantes que participaron en el muestreo y análisis de la información en algún momento del desarrollo de las STEM del Programa DiPlaMCC. A los colegas de otros programas del INIDEP y de otras instituciones nacionales (SHN, CIMA) que generosamente realizaron muestreos oportunistas en la EPEA durante sus campañas de investigación. A todos los Capitanes y miembros de las tripulaciones de los buques de investigación del INIDEP (Capitán Canepa, Capitán Oca Balda, Dr. Eduardo Holmberg, Víctor Angelescu, Mar Argentino), de los ARA-CONICET (Puerto Deseado, Comodoro Rivadavia), y del Motovelero de la PNA (Dr. Bernardo Houssay) que facilitaron el trabajo a bordo. A los buzos del CASE que entusiastamente se sumaron a la iniciativa de ciencia ciudadana de la STEM El Veril. A las autoridades, al personal de las áreas de Operaciones, Buques, Administración y Servicios del INIDEP por su esfuerzo en hacer posible toda la operativa y logística que lleva mantener el ritmo de campañas requerido en una serie de tiempo. Esta es la contribución INIDEP N° 2434.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bakker D.C., et al., 2016. A multi-decade record of high-quality fCO_2 data in version 3 of the Surface Ocean CO_2 Atlas (SOCAT). Earth Syst. Sci. Data. 8, 383-413. DOI: 10.5194/essd-8-383-2016

Bakker D. C., et al. 2021. Surface Ocean CO_2 Atlas Database Version 2021 (SOCATv2021). (NCEI Accession 0210711). NOAA National Centers for Environmental Information. Dataset. https://doi.org/10.25921/YG69-JD96.

Barange M., Field J., Steffen W., Harris R., Hofmann E., Perry R., Werner F. 2010. Marine Ecosystems and Global Change. Marine Ecosystems and Global Change. 1-440. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199558025.001.0001.

BaRDO: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero: Gabinete de Oceanografía Física - Base Regional de Datos Oceanográficos (BaRDO). https://www.argentina.gob.ar/inidep. Ministerio de Agroindustria, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de la Nación. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. Paseo Victoria Ocampo Nº1, Mar del Plata, Bs. As. Argentina.

Bates N.R., Astor Y.M., Church M.J., Currie K., Dore J.E., González-Dávila M, Lorenzoni L., Muller-Karger F., Olafsson J., Santana-Casiano J.M. 2014. A Time-Series View of Changing Surface Ocean Chemistry Due to Ocean Uptake of Anthropogenic CO_2 and Ocean Acidification. Oceanography, 27: 126-141.

Benway H.M., Lorenzoni L., White A.E., Fiedler B., Levine N.M., Nicholson D.P., DeGrandpre M.D., Sosik H.M., Church M.J., O'Brien, T.D., Leinen, M., Weller R.A., Karl, D.M., Henson S.A.,

Letelier, R.M. 2019. Ocean Time Series Observations of Changing Marine Ecosystems: An Era of Integration, Synthesis, and Societal Applications. Front. Mar. Sci. 6:393. DOI: 10.3389/fmars.2019.00393.

Berghoff C.F., Pierrot D.P., Epherra L., Silva R.I., Segura V., Negri R.M., Hozbor M. C., Carignan M.O., Barbero L., Lutz V.A. 2023. Physical and biological effects on the carbonate system during summer in the Northern Argentine Continental Shelf (Southwestern Atlantic). Journal of Marine Systems, 237, 103828. DOI: 10.1016/j.jmarsys.2022.103828.

Buratti CC, Chidichimo MP, Cortés F, Gaviola S, Martos P, Prosdocimi L, Seitune D, Verón E (editores). 2022. Estado del conocimiento de los efectos del cambio climático en el Océano Atlántico Sudoccidental sobre los recursos pesqueros y sus implicancias para el manejo sostenible. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 225 pp.

Carreto, J.I., V.A., Lutz, M.O., Carignan, A.D., Cucchi Colleoni, and S.G., De Marco.1995. Hydrography and chlorophyll a in a transect from the coast to the shelf-break in the Argentinian Sea, Cont. Shelf Res., 15: 315-336. DOI: 10.1016/0278-4343(94)E0001-3

Carvalho, A.C.O., R. Kerr, C.R.B. Mendes, J.L.L. Azevedo, and V.M. Tavano. 2020. Phytoplankton Strengthen CO2 Uptake in the South Atlantic Ocean. Progress in Oceanography. DOI: 10.1016/j.pocean.2020.102476

Cepeda, G.D., Viñas, M.D., Molinari, G.N.Hozbor, M.C., Silva, R.I., Martínez, A., Acha, E. M. 2020. The impact of Río de la Plata plume favors the small-sized copepods during summer. Estuarine, Coastal and Shelf Science 245. DOI: 10.1016/j.ecss.2020.107000.

Cullen, J.J. 2015. Subsurface Chlorophyll Maximum Layers: Enduring Enigma or Mystery Solved?. Annu. Rev. Mar. Sci. 7, 207-239. DOI: 10.1146/annurev-marine-010213-135111

Do Souto M., Capitanio F., Galván D.E., Macchi G.J., Diaz M.V. Posición trófica de las larvas de anchoíta capturadas en la Estación Permanente de Estudios Ambientales (EPEA). Revista Frente Marítimo, en revisión.

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. 2009. 1:279–302. DOI: 10.1146/annurev.marine.010908.163801

Duarte, C. M. 2014. Global change and the future ocean: a grand challenge for marine sciences. Frontiers in Marine Science, 1, 63. DOI: 10.3389/fmars.2014.00063

Edwards, M., Beaugrand, G., Hays, G.C., Koslow, J.A., Richardson, A.J. 2010. Multi-decadal oceanic ecological datasets and their application in marine policy and management. Trends in Ecology & Evolution, DOI: 10.1016/j.tree.2010.07.007.

Fernández Acuña J.M. 2023. Creación de repositorio de metadatos para la serie temporal ecológica marina EPEA. Inf ACTIV INIDEP Nº 012/23, 8 pp.

Gattuso J.-P., A. Magnan, R. Billé, W.W.L., Cheung, E.L., Howes, F. Joos, D. Allemand, L. Bopp, et al. 2015. Contrasting futures for ocean and society from different anthropogenic CO2 emissions scenarios. Science 349, 37-45. DOI: 10.1126/science.aac4722.

IPCC, 2019: Summary for Policymakers. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)].

IPCC, 2022: Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3-33, DOI:10.1017/9781009325844.001.

Koslow, J.A., Couture, J. 2013. Follow the fish. Nature, 502: 163-164. DOI: 10.1038/502163a

Leonarduzzi, E., Do Souto, Díaz, M.V. 2021. Early stages of anchovy: abundance, variability and larval condition at the fixed coastal station EPEA between 2000-2017. Marine and Fishery Sciences, 34: 123-142. DOI: 10.47193/mafis.3422021010601

Lorenzoni, L., Benway, H. M. (Editors). 2013. Report of Global intercomparability in a changing ocean: An international time - series methods workshop, November 28 - 30, 2012, Ocean Carbon and Biogeochemistry (OCB) Program and International Ocean Carbon Coordination Project (IOCCP), 60 pp.; http://www.whoi.edu/website/TS-network/

Lotze, H.K., D.P. Tittensor, A. Bryndum-Buchholz, T.D. Eddy, W.W.L. Cheung, E.D. Galbraith, M. Barange, N. Barrier, et al. 2019. Global ensemble projections reveal trophic amplification of ocean biomass declines with climate change. DOI: 10.1073/pnas.1900194116

Lutz, V., Acevedo, D., Berghoff, C., Cadaveira, G., Diaz M.V., Do Souto, M., Fenco, H., Hozbor, C., Izzo, S., Martinez, A., Ruiz, M.G., Segura, V., Silva, R., Vecchia, M., Zorzoli, P. Informe de Campaña VA1219. Informe de Campaña INIDEP Nº 011/20, 28 pp.

Lutz, V.A., J.I. Carreto. 1991. New spectrofluorometric method for the determination of chlorophylls and degradation products and its application in two frontal areas of the Argentine Sea, Cont. Shelf Res., 11: 433-451. DOI: 10.1016/0278-4343(91)90052-8

Lutz, V., Chidiak, M., Frouin, R., Negri, R., Dogliotti, A.I., Santamaria-del-Angel, E., Berghoff, C., Rojas, J., Filipello, C., Astor, I., Segura, V., Gonzalez-Silvera, Escudero, L., Ledesma, J., Ueyoshi, K., Silva, R., Ruiz, G., Cozzolino, E., Allega, L., Kampel, M. 2023. Regulation of CO2 by the sea in areas around Latin America in a context of climate change. Environmental Monitoring and Assessment 195:417. DOI: 10.1007/s10661-023-10997-1

Martínez Goicoechea, A, Silva, R., Ruiz, G., Hozbor, C., Montoya, N., Molinari, G. Distribución espacial del plancton autótrofo (<200 µm) en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya (ZCPAU) durante diciembre de 2019. Revista Frente Marítimo, en revisión.

McQuatters-Gollop, A., Johns, D.G., Bresnan, E., Skinner, J., Rombouts, I., Stern, R., Aubert, A., Johansen, M., Bedford, J., Knights, A. 2017. From microscope to management: The critical value of plankton taxonomy to marine policy and biodiversity conservation. Marine Policy, 83: 1–10. DOI: 10.1016/j.marpol.2017.05.022

Negri, R. M. 1993. Fitoplancton y producción primaria en el área de la plataforma bonaerense próxima al talud continental. INIDEP Inf. Tec., 1, 7.

Negri, R.M., J.I. Carreto, H.R. Benavides, R. Akselman and V.A. Lutz. 1992. An unusual bloom of *Gyrodinium* cf. *aureolum* in the Argentine sea: community structure and conditioning factors, J. Plankton Res., 14: 261-269. DOI: 10.1093/plankt/14.2.261

Negri, R.M., Mollinari, G., Carignan, M., Ortega, L., Ruiz, M.G., Cozzolino, E., Cucchi-Colleoni, A.D., Lutz, V., Costagliola, M., Garcia, A., Izzo, S., Jurquiza, V., Salomone, A., Odizzio, M., La Torre, S., Sanabria, A., Hozbor, M.C., Peresutti, S.R., Méndez, S., Silva, R., Martínez, A., Cepeda, G., Viñas, M.D., Diaz, M.V., Pájaro, M., Mattera, M.B., Montoya, N., Berghoff, C., Leonarduzzi, E. 2016. Ambiente y Plancton en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya en un escenario de cambio climático (marzo 2014). Revista Frente Marítimo, 24: 251-316.

Nisbet, E. 2007. Cinderella Science. Nature 450(6):489-490.

O'Brien, T. D., L. Lorenzoni, K. Isensee, and L. Valdés (Eds). 2017. What are Marine Ecological Time Series telling us about the ocean? A status report. IOC-UNESCO, IOC Technical Series, No. 129: 297 pp.

Peresutti, S.R. 2021. Characterization of hydrocarbon degrading bacteria at EPEA station, South Atlantic coast. Marine and Fishery Sciences, 34: 21-36. DOI: 10.47193/mafis.3412021010304

Ruiz, M.G., Lutz, V., Segura, V., Berghoff, C., Negri, R. 2020. The color of EPEA: Variability in the bio-optical properties in the period 2000 – 2017. Marine and Fishery Sciences, 33: 205-225. DOI: 10.47193/mafis.3322020301105

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 pCO2 sea-air

variation in the southwestern Atlantic Ocean. Mar. Ecol. Prog. Ser. 332: 93-106

Sutton, A.J., Battisti, R., Carter, B., Evans, W., Newton, J., Alin, S., Bates, N.R., Cai, WJ., Currie, K., Feely, R.A., Sabine, C., Tanhua, T., Tilbrook, B., Wanninkhof, R. 2022. Advancing best practices for assessing trends of ocean acidification time series. Frontiers in Marine Science, DOI: 10.3389/fmars.2022.1045667

Viñas, M.D., Cepeda, G.D., Luz Clara, M. 2021. Linking long-term changes of the zooplankton community to the environmental variability at the EPEA Station (Southwestern Atlantic Ocean). Marine and Fishery Sciences, 34: 211-234. DOI: 10.47193/mafis.3422021010610

Este trabajo debe citarse como:

Lutz V., Segura V., del Valle D.A., Berghoff C., Epherra L., Fernández J., Silva R., Giorgini M., Allega L., Carignan M., Cepeda G., Cozzolino E., Diaz M., Di Mauro R., Do Souto M., Fenco H., Hozbor C., Jurquiza V., Leonarduzzi E., Luz Clara M., Maenza R.A., Martínez Goicoechea A., Molinari G., Montoya N., Peresutti S., Ruiz G., Albornoz M., Trucco M.I., Zorzoli A.P., Mattera B, Gorriti Goroso B. (2025). Series de tiempo ecológicas marinas en la Zona Común de Pesca (ZCP) Argentino-Uruguaya. Contr. XIX Simposio Científico de la CTMFM – Colonia, Uruguay. Noviembre 2022. Frente Marítimo 27:1-11.

microbial food webs. Mar Biol Res. 9(4): 371-382. DOI: 10.1080/17451000.2012.745003

Anexo 1: **Producción científica EPEA** (2000 – 2023)

Publicaciones

2023

Lutz V, Chidiak M, Frouin R, Negri R, Dogliotti A I, Santamaria-del-Angel E, Berghoff C F, Rojas J, Filipello C, Astor Y, et al. 2023. Regulation of CO2 by the sea in areas around Latin America in a context of climate change. Environ Monit Assess 195: 417. DOI: 10.1007/s10661-023-10997-1

2021

Leonarduzzi E, Do Souto M, Díaz MV. 2021. Early stages of anchovy: abundance variability and larval condition at the fixed coastal station EPEA between 2000-2017. Mar Fish Sci. 34 (2): 123–142. DOI: 10.47193/mafis.3422021010601.

Peressutti SR. 2021. Characterization of hydrocarbon degrading bacteria at EPEA station South Atlantic coast. Mar Fish Sci. 34(1): 21–36. DOI: 10.47193/mafis.3412021010304.

Viñas MD, Cepeda GD, Luz Clara M. 2021. Linking long-term changes of the zooplankton community to the environmental variability at the EPEA Station (Southwestern Atlantic Ocean). Mar Fish Sci. 34(2): 211–234. DOI: 10.47193/mafis.3422021010610.

2020

Ruiz MG, Lutz VA, Segura V, Berghoff CF, Negri R M. 2020 . The color of EPEA: variability in the in situ bio-optical properties in the period 2000-2017. Mar Fish Sci. 33(2): 205–225. DOI: 10.47193/mafis.3322020301105.

2019

Do Souto M, Brown DR, Leonarduzzi E, Capitanio FL, Diaz MV. 2019 . Nutritional condition and otolith growth of *Engraulis anchoita* larvae: The comparison of two life traits indexes. J Marine Syst 193: 94-102. DOI: 10.1016/j.jmarsys.2019.01.008

2018

Lutz V. et al. (2018). Overview on Primary Production in the Southwestern Atlantic. In: Hoffmeyer M. Sabatini M. Brandini F. Calliari D. Santinelli N. (eds) Plankton Ecology of the Southwestern Atlantic. Springer Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-77869-3_6

2014

Perez-Cenci M, Caló G, Silva RI, Negri RM, SalernoGL. 2014. The First Molecular Characterization of Picocyanobacteria from the Argentine Sea. J Mar Biol 2014: 237628. DOI: 10.1155/2014/237628

2013

Viñas MD, Negri RM, Cepeda GD, Hernández D, Silva R, Daponte MC, Capitanio FL. 2013. Seasonal succession of zooplankton in coastal waters of the Argentine Sea (Southwest Atlantic Ocean): Prevalence of classical or

2012

Covacevich, Silva R I, Cumino A C, Caló G, Negri R M, Salerno G. 2012. First Archaeal rDNA sequences from coastal waters of Argentina: unexpected PCR characterization by using eukaryotic primers; Cienc Mar. 38(2): 427–439

Diaz MV, Saia J, Soroet S, Pájaro M, Negri R. 2012. Comparación estacional de la condición nutricional de larvas de anchoíta en la Estación Permanente de Estudios Ambientales (EPEA). Período 2008-2011. Rev. Invest Desarr Pesq. 21: 45-59. DOI: http://hdl.handle.net/1834/4904.

2011

Sato NE, Hernandez DR, Viñas MD. 2011. Hábitos alimentarios de *Sagitta friderici* Ritter-Zahony en las aguas costeras de la provincia de Buenos Aires Argentina. Bol. Investig. Mar. Costeras 40 (1): 59-74.

Sato NE, Hernandez DR, Viñas MD. 2011 Hábitos alimentarios de las larvas de *Engraulis anchoita* (Hubbs & Marini 1935) en las aguas costeras de la Provincia de Buenos Aires Argentina. Lat. Am. J. Aquat. Res. 39 (1): 16-24. DOI: 10.3856/vol39-issuel-fulltext-2

2010

Leonarduzzi E, Brown DR, Sánchez RP. 2010. Seasonal variations in the growth of anchovy larvae (*Engraulis anchoita*) on the Argentine coastal shelf. Sci. Mar. 74 (2): 267-274. DOI: 10.3989/scimar.2010.74n1267

Temperoni B, Viñas MD, Diovisalvi N, Negri R. 2010. Seasonal production of *Oithona nana* Giesbrecht 1893 (Copepoda: Cyclopoida) in temperate coastal waters off Argentina. J. Plankton Res. 33(5):729-740. DOI: 10.1093/plankt/fbq141

Sato NE, Hernandez DR, Viñas MD. 2010. Hábitos alimentarios de Noctiluca scintillans en aguas costeras de la Provincia de Buenos Aires Argentina. Lat. Am. J. Aquat. Res. 38 (3): 403-412. DOI: 10.3856/vol38-issue3-fulltext-5

Viñas MD, Diovisalvi N, Cepeda GD. 2010. Individual biovolume of some dominant copepod species in coastal waters off Buenos Aires province Argentine sea. Braz. j. oceanogr.. 58 (2):177-181. DOI: 10.1590/S1679-87592010000200008

2009

Silva R, Negri R, Lutz V. 2009. Summer succession of ultraphytoplankton at the EPEA coastal station (Northern Argentina). J. Plankton Res.31 (4): 447-458. DOI: 10.1093/plankt/fbn128

2008

Daponte MC, Gil de Pertierra AA, Palmieri MA, Ostrowski de Nuñez M. 2008. Monthly occurrence of parasites of the

chaetognath *Sagitta friderici* off Mar del Plata Argentina. J. Plankton Res. 30 (5): 567-576. DOI: 10.1093/plankt/fbn019

2006

Lutz VA Subramaniam A Negri RM Silva RI; Carreto JI. 2006. Annual variations in bio-optical properties at the Estación Permanente de Estudios Ambientales (EPEA) coastal station Argentina. Cont Shelf Res. 26 (10): 1093-1112. DOI: 10.1016/j.csr.2006.02.012

2004

Daponte MC, Capitanio FL, Nahabedian DE, Vinas MD, Negri RM. 2004. *Sagitta friderici* Ritter-Zahony (Chaetognatha) from South Atlantic waters: abundance population structure and life cycle. ICES J Mar Sci.61 (4): 680-686. DOI: 10.1016/j.icesjms.2004.03.006

2003

Negri RM, Silva RI, Valiñas M. 2003. Distribución de *Gephyrocapsa oceanica* (Haptophyta) en un Sector de la Plataforma Argentina (Atlántico Sudoccidental, 37º - 40º S). Bol Soc Argent Bot 38: 131-137.

Tesis

2019

Do Souto M 2019. Estudio integral de los factores que afectan la supervivencia de las larvas de la anchoíta *Engraulis anchoita* en el Mar Argentino: posibles efectos sobre su reclutamiento. [Tesis doctoral]. Mar del Plata: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad Nacional de Mar del Plata. 171 p

2018

Ruiz G 2018. Variabilidad de las propiedades bio-ópticas en la serie de tiempo Estación Permanente de Estudios Ambientales (EPEA) complementando mediciones in situ y satelitales [Tesis doctoral]. Mar del Plata: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad Nacional de Mar del Plata. 187p. 131p.

2012

Cepeda G. 2012. Sistemática molecular distribución y dinámica poblacional de las especies de Oithona (*Copepoda Cyclopoida*) en diversos sectores costeros del Mar Argentino. [Tesis doctoral]. Mar del Plata: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad Nacional de Mar del Plata. 187p. 211 p.

Perez Cenci M. 2012. Biodiversidad y estudios bioquímicos moleculares y filogenéticos de organismos del picofitoplancton marino. [Tesis doctoral]. Mar del Plata: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad Nacional de Mar del Plata.

2011

Silva RI. 2011. Ultraphytoplankton dynamics in the Argentine Sea. [Tesis doctoral]. Mar del Plata: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad Nacional de Mar del Plata. 187p.

2008

Sato NE. 2008. Effect of the predation of Noctiluca scintillans Macartney *Sagitta friderici* Ritter-Zahony and larvae of *Engraulis anchoita* Hubbs-Marini in planktonic community of the coastal waters off Buenos Aires Province. [Tesis doctoral]. Mar del Plata: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad Nacional de Mar del Plata. 112 p.

Temperoni B. 2008. The seasonal variation of secondary production of *Oithona nana* (Copepoda: Cyclopoida) in the coastal waters off the Buenos Aires province. [Tesis licenciatura]. Mar del Plata: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad Nacional de Mar del Plata. 71 p

2002

Leonarduzzi E. 2002. Variaciones interestacionales en el crecimiento de larvas de anchoíta (*Engraulis anchoita*) en el sistema costero bonaerense. [Tesis licenciatura]. Mar del Plata: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad Nacional de Mar del Plata. 40 p