

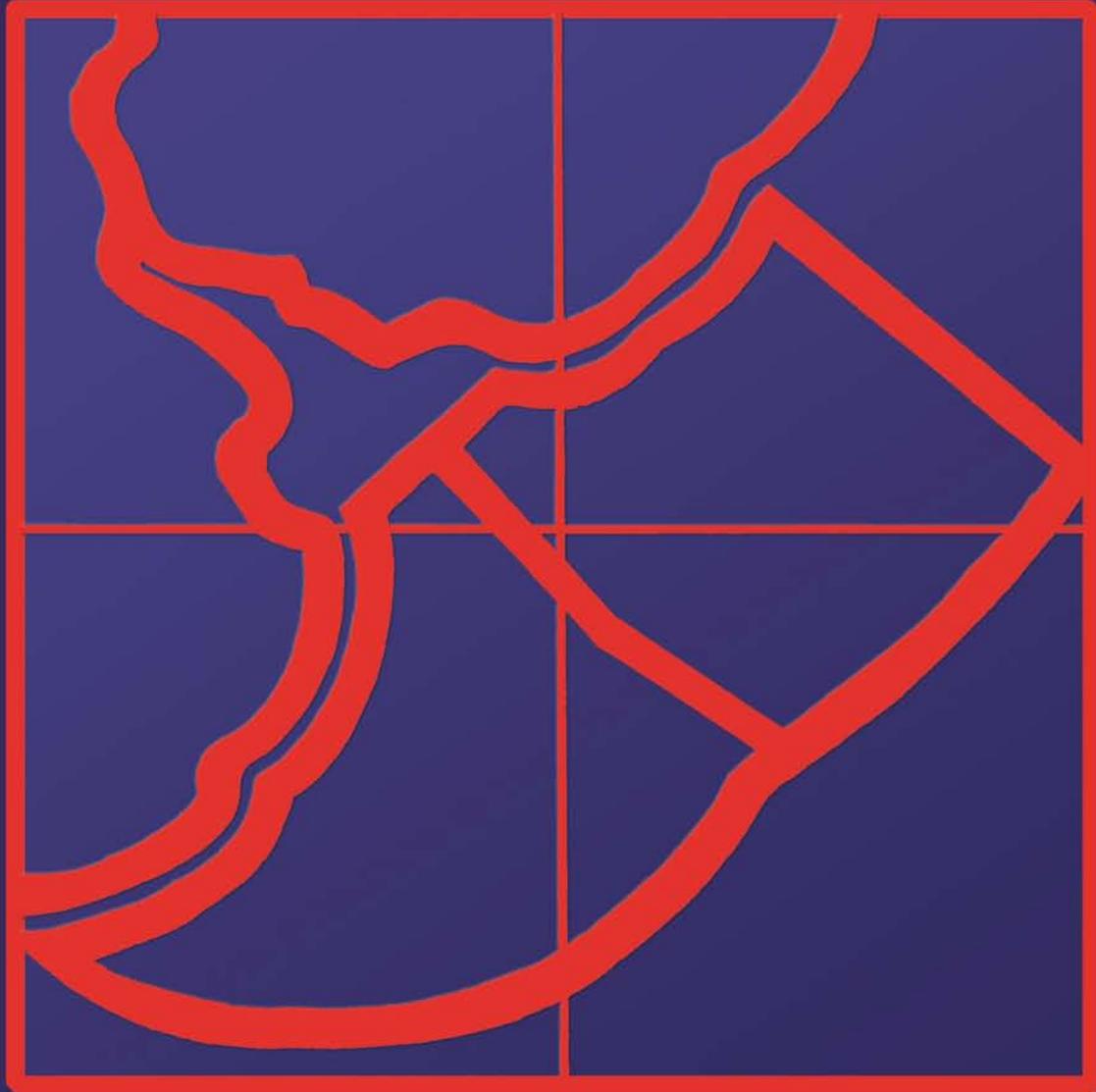
ISSN 1015-3233

FRENTE MARÍTIMO

Publicación de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo

VOLUMEN 23 - ABRIL 2013

FRENTE MARÍTIMO



VOLUMEN 23 ABRIL 2013

Surgencia, ¿Un fenómeno común en la costa norte del Río de la Plata exterior?

MOIRA LUZ CLARA¹, CLAUDIA SIMIONATO, CLAUDIA CAMPETELLA, DIEGO MOREIRA

Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA/UBA-CONICET), Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (UMI IFAECI/CNRS-CONICET-UBA) y Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO), FCEN, Universidad de Buenos Aires, Argentina

RAÚL GUERRERO

*Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) y Universidad Nacional de Mar del Plata - Mar del Plata, Argentina
luzclara@cima.fcen.uba.ar*

RESUMEN: En este trabajo se estudiaron las escalas de variabilidad de la temperatura superficial del mar (TSM) en el Río de la Plata y los procesos físicos que las producen. Se utilizaron datos diarios satelitales de TSM y viento en superficie, con resoluciones espaciales de 10 y 25 kilómetros respectivamente, y datos de caudal de los tributarios para el período julio 2002 - julio 2008. Los resultados fueron validados con datos in situ. Se encuentra que la mayor parte de la varianza está asociada al ciclo anual, sencillamente porque la amplitud de la señal de verano a invierno es grande (mayor de 13° C). Sin embargo, ocurre abundante variabilidad en la escala sub-anual, fundamentalmente vinculada a la variabilidad sinóptica del viento, en el Río Exterior. El primer modo de variabilidad en esta escala está relacionado con

vientos anómalamente intensos del este o el oeste, que fuerzan la ocurrencia de núcleos más cálidos o más fríos, respecto a la temperatura del agua circundante a lo largo de la costa norte del Río Exterior, entre Montevideo y Punta del Este. Los eventos fríos se observan con mayor frecuencia en los meses de primavera y verano, con anomalías de temperatura de hasta -5.5° C y ocurren bajo condiciones de vientos intensos del este/noreste paralelos a la costa, lo que sugiere surgencia de agua más profunda. Los eventos de surgencia observados resultaron de gran persistencia, alcanzando en varios casos una duración mayor a un mes. También presentan un marcado ciclo estacional, resultando un fenómeno muy común en la estación cálida. Su ocurrencia también parece estar modulada por la descarga continental, en la medida que ésta

modifica las condiciones de estratificación a lo largo de la costa.

PALABRAS CLAVE: Río de la Plata, Temperatura Superficial del Mar, Variabilidad sub-anual, Ciclo estacional, Surgencia, Procesos costeros.

SUMMARY: UPWELLING, A COMMON PHENOMENON IN THE NORTHERN COAST OF THE RIO DE LA PLATA?

In this work we studied the scales of variability of sea surface temperature (SST) in the Rio de la Plata and the physical processes that produce them. Daily satellite data of SST and surface wind were used, with spatial resolutions of 10 and 25 km respectively, and runoff data of the tributaries for the period July 2002 - July 2008. The results were validated with in-situ data. It is found that most of the variance is associated with the annual cycle, simply because of the large amplitude of the signal from summer to winter (greater than 13°C). However, extensive variability occurs on the sub-annual scale, mainly linked to the

synoptic wind variability in the outer river. The first mode of variability on this scale is associated with anomalously strong east-west winds, which force the occurrence of warmer or colder cores, with respect to the surrounding water temperature along the northern coast of outer river between Montevideo and Punta del Este. The cold events are detected more frequently in spring and summer, with temperature anomalies of up to -5.5°C and occur under conditions of strong winds from the east/northeast parallel to the coast, suggesting upwelling processes. The upwelling events observed were very persistent, lasting in some cases more than a month. They also have a marked seasonal cycle, resulting in a common phenomenon in warm seasons. Its occurrence also appears to be modulated by the continental discharge, which modifies the conditions of stratification along the coast.

KEY WORDS: Río de la Plata, Sea Surface Temperature, Sub-annual variability, Seasonal cycle, Upwelling, Coastal processes.

INTRODUCCIÓN

La pluma de agua dulce del Río de la Plata muestra fuerte variabilidad estacional debida a la acción de los vientos sobre la región (Guerrero y otros, 1997), con direcciones predominantes del este y del noreste en verano, y del oeste en invierno (Simionato y otros, 2001). Ha sido demostrado (Simionato y otros, 2005a, 2006 y 2007), mediante análisis de datos de perfiladores de corrientes acústicos (ADCP), que las corrientes en el área resultan sensibles a la variabilidad de los vientos en escalas de tiempo sub-anales, respondiendo a cambios en el viento en unas pocas horas. La variabilidad del viento es alta en la región del río (Simionato y otros, 2005b) y está asociada a procesos que involucran perturbaciones de escala sinóptica en el campo de movimiento atmosférico provenientes del Pacífico Sur que, a su vez, tienen gran influencia en el ingreso de sistemas frontales en la Argentina tales como eventos ciclogénicos en la región en estudio (Vera y otros, 2002). También se observan en la región patrones alternantes de variabilidad intra-estacional (Nogues-Paegle y Mo, 1997). La variabilidad en escalas sub-anales representa más del 80% de la varianza de la componente meridional del viento

SURGENCIA, ¿UN FENÓMENO COMÚN EN LA COSTA NORTE DEL RÍO DE LA PLATA EXTERIOR?

Moira Luz Clara - Claudia Simionato - Claudia Campetella - Diego Moreira - Raúl Guerrero

y aproximadamente el 30% de la componente zonal en la región (Simionato y otros, 2005b). Como resultado, no es frecuente que los vientos en el área muestren gran persistencia en su dirección, sino que tienden a alternar principalmente del noreste y el sudoeste. La variabilidad de escala corta de la pluma del Río de la Plata responde a estos cambios.

Varios autores han mostrado que existe gran varianza en la escala sinóptica atmosférica mediante análisis de la elevación de la superficie libre del Río de la Plata (Lanfredi y otros, 1998; Campetella y otros, 2007; D'Onofrio y otros, 2008; Simionato y otros, 2006; Meccia, 2008; Meccia y otros, 2009). Además, a partir de simulaciones numéricas (Meccia, 2008) y de observaciones históricas de conductividad y temperatura (Simionato y otros, 2007) se sabe que el campo de salinidad también tiene la capacidad de adaptarse rápidamente a cambios en los vientos, mostrando gran variabilidad en todas las escalas de tiempo. Esta variabilidad ha sido también observada en campos de temperatura superficial del mar (TSM) (Framiñán, 2005; Pimenta y otros, 2008) y de turbidez (Framiñán y Brown, 1996). Todos estos cambios podrían tener gran impacto en el área de estudio, elegida por pesquerías y por numerosas especies de peces como región de desove y cría, manteniendo un rico ecosistema (Boschi, 1988; Lasta, 1995; Cousseau, 1985; Macchi y otros, 1996; Acha y otros, 1999; Acha y Macchi, 2000; Berasategui y otros, 2006). Sin embargo, la ausencia de observaciones directas con alta resolución espacial y temporal no ha permitido una caracterización completa de la variabilidad del sistema y sus forzantes. Los sensores remotos han mejorado en las últimas décadas la capacidad de observar el océano y comprender su dinámica. Los sensores infrarrojos tienen la dificultad de no proveer observaciones en presencia de nubes, pero los instrumentos de microondas sí pueden hacerlo. No obstante, su resolución resulta pobre cuando interesa considerar las características típicas de los ambientes costeros. Una alternativa es utilizar productos ensamblados de diferentes sensores y satélites, o combinaciones con datos de reanálisis. La desventaja de esta utilización es la pérdida de resolución con respecto a los sensores infrarrojos, pero tiene la ventaja de poseer una buena cobertura espacio-temporal. El objetivo de este trabajo es analizar la variabilidad en escala sub-anual de la TSM y sus forzantes en la desembocadura del Río de la Plata (**figura 1**).

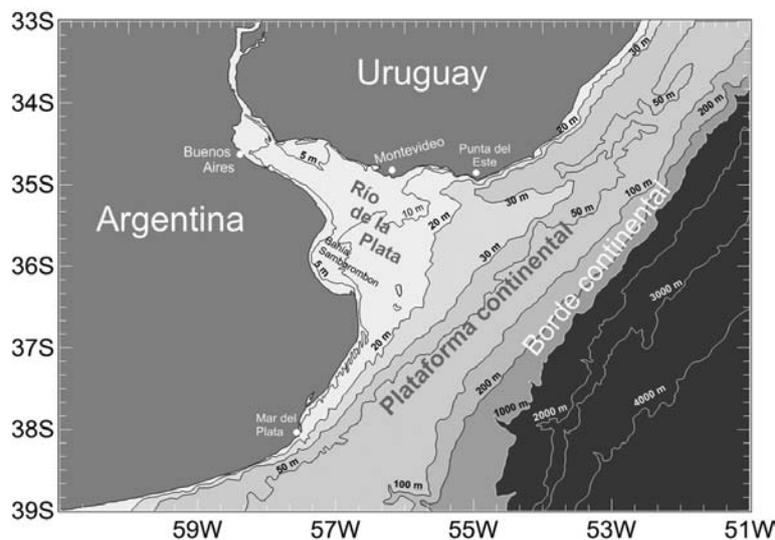


Figura 1. Ubicación, batimetría y referencias geográficas del área de estudio.

DATOS

Se utilizan datos combinados de TSM provistos por el programa CoastWatch de la Oficina de Procesamiento de Datos Satelitales (NESDIS) de la Administración Nacional del Océano y la Atmósfera de los Estados Unidos, EEUU, (NOAA); datos de viento al nivel del mar del Centro Nacional de Datos Climáticos de EEUU (NCDC), y datos diarios del campo de presión de los reanálisis de NCEP (National Center for Environmental Prediction). La región considerada se extiende entre 60.5° W y 51.5° W y entre 39° S y 33° S.

CoastWatch (http://coastwatch.pfel.noaa.gov/infog/BA_ssta_las.html) provee una combinación de productos de temperatura superficial del mar derivados de sensores de microondas y del espectro infrarrojo montados en múltiples plataformas. El instrumento de microondas mide la TSM aun en presencia de nubes, aunque la resolución resulta algo pobre si se consideran las características típicas de los ambientes costeros, y por esta razón estos datos fueron complementados con productos de sensores infrarrojos. Los datos combinados tienen una resolución espacial moderada (~ 11 km.) para el océano global. Se utilizan medias aritméticas simples para producir imágenes diarias compuestas de 5 días de duración. Estas composiciones se encuentran disponibles desde el 6 de julio de 2002. Aunque este conjunto de datos podría resultar algo suavizado, tiene la ventaja de proveer datos de TSM diarios, lo que permite la aplicación de métodos estadísticos robustos para el estudio de la variabilidad temporal de las estructuras características del sistema. El análisis desarrollado en este trabajo demanda series de datos completas. Por esta razón los datos faltantes (que fueron de aproximadamente el 5% del total) fueron completados mediante una interpolación lineal entre datos disponibles consecutivos. Para realizar la interpolación fue necesario que el primer y el último día de la serie estuvieran disponibles en cada punto de grilla. El primer día de la serie de datos que verificaba esta condición para la región de interés es el 26 de julio de 2002. Se utilizaron en el trabajo 6 años completos de datos entre ese día y el 25 de julio de 2008.

El análisis fue complementado con datos de vientos y presión atmosférica. Los vientos utilizados fueron los SeaWinds (Zhang y otros, 2006) que consisten en combinaciones de productos satelitales con resultados de re-análisis, en una grilla global de alta resolución de vectores viento sobre la superficie del mar con resolución espacial de 0.25° y resolución temporal diaria. La velocidad del viento fue generada por combinación de observaciones satelitales de varios satélites (6, desde junio de 2002). Las direcciones del viento provienen de datos del Centro Nacional para la Predicción del Medioambiente de los Estados Unidos (NCEP, por sus siglas en inglés; Reanalysis 2, NRA-2). Éstas fueron interpoladas a las grillas de los datos de velocidades combinadas. La mezcla de observaciones de múltiples satélites logra el rellenado de los datos faltantes, tanto en espacio como en tiempo, de las muestras individuales de cada satélite y reduce el aliasing y la existencia de errores aleatorios.

Los patrones de circulación atmosférica fueron estudiados utilizando campos diarios de presión al nivel medio del mar (PNMM) y temperatura del aire a 2 metros de los re-análisis del NCEP/NOAA con una resolución horizontal de 2.5° x 2.5° (Kalnay y otros, 1996).

SURGENCIA, ¿UN FENÓMENO COMÚN EN LA COSTA NORTE DEL RÍO DE LA PLATA EXTERIOR?

Maira Luz Clara - Claudia Simionato - Claudia Campetella - Diego Moreira - Raúl Guerrero

Por último, se utilizaron en este trabajo estimaciones mensuales de la descarga del Río de la Plata computadas por el Instituto Nacional del Agua (INA, Borús y otros, 2008) basadas en series de descarga del Río Paraná a la altura de la ciudad de Paraná y del Río Uruguay a la altura de la ciudad de Concordia, ambas ciudades localizadas varios kilómetros corriente arriba de la confluencia con el Río de la Plata. A su vez, las estimaciones se hicieron considerando tanto la propagación como el aporte de los tributarios menores corriente abajo de esas localidades. Este cálculo representa el efecto de las crecidas asociado con inundaciones significativas. De esta forma, estos valores pueden ser considerados como el aporte mensual al Río de la Plata. Los datos fueron normalizados extrayendo el valor medio histórico a los datos de descarga mensuales y dividiendo por la desviación estándar histórica.

METODOLOGÍA

Para estudiar los procesos en diferentes escalas temporales, se extrajeron del total de la serie de datos de TSM el ciclo anual y las anomalías sub-anales e inter-anales. El ciclo anual fue computado mediante el ajuste por mínimos cuadrados (análisis armónico) de dos ondas de frecuencia anual y semi-anual a las observaciones diarias en cada punto de grilla. La señal inter-anual se computó sencillamente como la media de cada año después de extraer el ciclo estacional. La señal residual obtenida eliminando la señal anual y la interanual de los datos de TSM representa la anomalía en escala sub-anual de temperatura (ATSM). Este procedimiento fue repetido para cada componente del viento en superficie con el objetivo de separar este forzante atmosférico en las mismas escalas de tiempo.

Con el fin de obtener una mejor caracterización de la variabilidad se aplicó a los campos de ATSM un análisis de funciones ortogonales empíricas (FOE) o Componentes Principales. Este análisis fue aplicado a los datos correspondientes a la región al norte de 37°S y al oeste de 54°W para evitar identificar patrones característicos del sistema de corrientes oceánicas de borde oeste, dado que nuestro estudio está focalizado en la región del Río de la Plata.

RESULTADOS

El porcentaje de varianza calculado para el ciclo estacional de TSM en el área de estudio supera el 90%, tal como puede observarse en la **figura 2**. Más aún, este porcentaje supera el 95% de la varianza a lo largo de la costa Argentina y la plataforma interna. Además del forzante radiativo deben considerarse otros potenciales forzantes de la variabilidad temporal en la región del Río de la Plata, tales como la variabilidad de los vientos, sobre todo la componente zonal, que presenta gran variabilidad en invierno, y mayor frecuencia de ocurrencia de estes/norestes en verano (Guerrero y otros, 1997; Simionato y otros, 2005b). La descarga del río ha mostrado históricamente una estacionalidad débil debida al hecho

de que el ciclo anual es el que regula la descarga de los principales tributarios (los ríos Uruguay y Paraná) que se compensan parcialmente uno a otro (Nagy y otros, 1997; Jaime y otros, 2002). Sin embargo durante las últimas décadas se ha observado que la descarga es mayor en invierno que en verano con una variación de aproximadamente 30000 a 20000 m³·s⁻¹ entre esas estaciones (Nagy y otros, 1997). La variabilidad interanual observada en el área de estudio es muy pequeña, representando sólo un 1% de la varianza. En cuanto a la variabilidad de escala sub-anual, se observa que ésta explica hasta el 7% de la varianza en la región del río superior y a lo largo de la costa norte, entre Montevideo y Punta del Este.

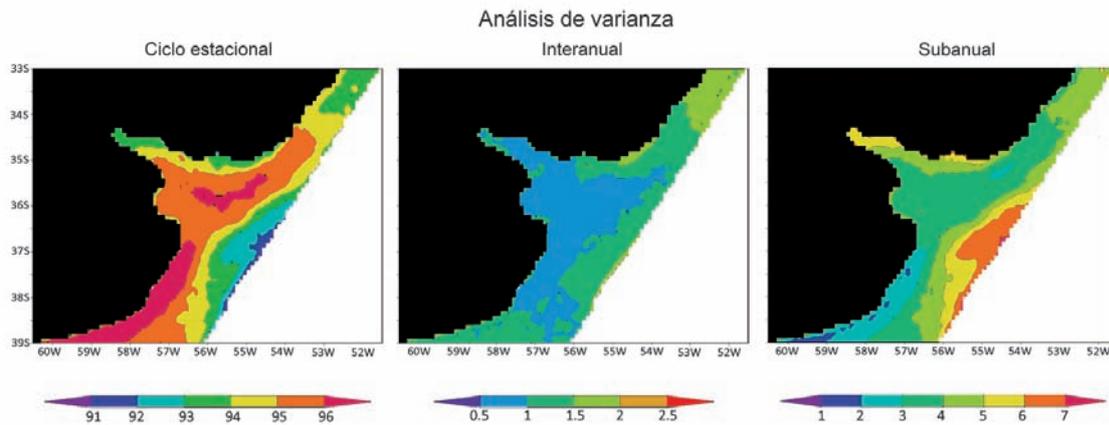


Figura 2. Porcentaje de varianza de la TSM calculado para la variabilidad de escala anual (ciclo estacional), interanual y sub-anual en la región del Río de la Plata y la plataforma adyacente.

En la **figura 3** se observa la temperatura media anual del área de estudio derivada de los datos combinados de TSM analizados. La TSM media anual en el Río de la Plata varía de 19° C en el río superior a 17° C en su parte más cercana a la plataforma. Los datos muestran un gradiente de temperatura en sentido norte-sur a lo largo de la plataforma que refleja la influencia de las aguas continentales de plataforma que suelen ser más frías del lado argentino (al sur) que del lado uruguayo-brasileño (al norte).

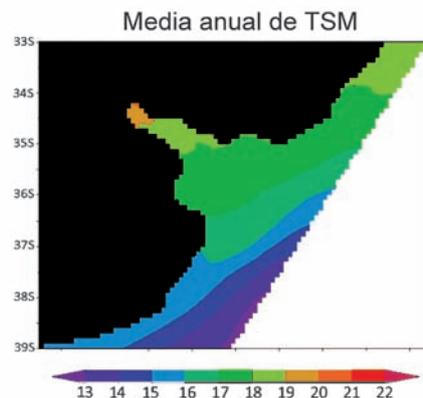


Figura 3. Temperatura superficial del mar media anual.

Simionato y otros (2006; 2007) mostraron, a partir de datos de ADCP recolectados en la región de la cuña salina del Río de la Plata, que este sistema somero posee una respuesta rápida a los vientos, en

SURGENCIA, ¿UN FENÓMENO COMÚN EN LA COSTA NORTE DEL RÍO DE LA PLATA EXTERIOR?

Maira Luz Clara - Claudia Simionato - Claudia Campetella - Diego Moreira - Raúl Guerrero

una escala temporal de entre 3 y 9 horas. Mediante el análisis de observaciones históricas de salinidad, estos autores mostraron además que un cambio en la dirección del viento influye rápidamente en la estructura de cuña salina. El panel de la derecha de la **figura 2** sugiere que la temperatura podría ser también afectada por la variabilidad atmosférica de escala corta.

El análisis de componentes principales aplicado a las anomalías diarias de TSM en escala sub-anual indica que casi el 40% de la varianza está explicada por los primeros dos modos, los cuales explican el 21.5 % y el 16.8 % de la varianza respectivamente. Estos modos fueron redefinidos en términos de composiciones de las observaciones tanto para las fases positivas como para las negativas, calculadas sobre los días en los que la correlación entre cada modo y el dato de TSM para cada día del registro (o factor loading) resultaba más (menos) un desvío estándar por encima (debajo) del valor medio. Para posibilitar un mayor análisis, se realizaron también composiciones de los vientos para los mismos días. La serie temporal de las correlaciones EOF para el modo 1 se observa en la **figura 4**.

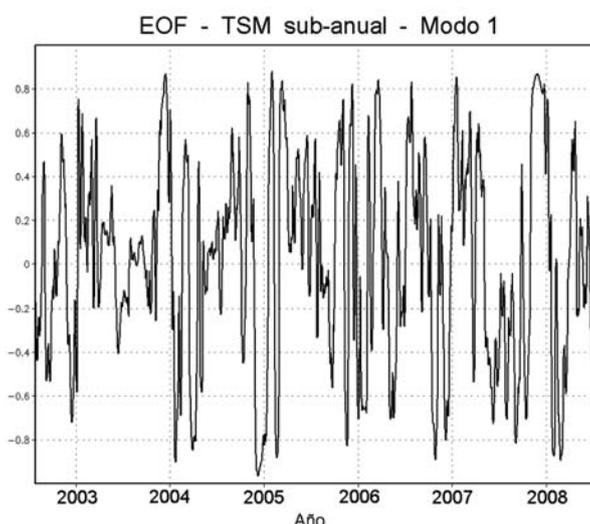


Figura 4. Serie de tiempo asociada al modo 1 de la variabilidad en escala sub-anual de TSM, que representa el factor loading o la correlación entre el modo y el campo para cada día de las observaciones.

La **figura 5** muestra las composiciones de la TSM (paneles centrales), de las ATSM (paneles izquierdos) y de las anomalías del viento (paneles derechos) para la fase positiva y la negativa del modo 1. Para el caso de las anomalías, las composiciones resultaron similares a las del modo y las fases opuestas entre sí, indicando que el modo posee significado físico. Este primer modo está caracterizado en su fase positiva (negativa) por una anomalía positiva (negativa) de TSM a lo largo de la costa norte en el río exterior, y una anomalía negativa (positiva) mar adentro y hacia el sur. En ambos casos las ATSM medias observadas en las composiciones son importantes, superando $\pm 1^\circ\text{C}$. Los casos considerados significativos (tomando el desvío estándar, en este caso $+0.63$ o -0.65), resultaron ser varios siendo observados 240 días (el 11% del total) para la fase negativa y 205 días (9% del total) para la fase positiva del modo. Las anomalías del viento asociadas con este modo son intensas y del noreste durante la fase negativa, y relativamente débiles y del oeste durante la fase positiva.

En la **figura 6** se presentan los histogramas de frecuencia de ocurrencia correspondientes a cada fase del modo 1 para cada mes del año. Ambas fases son más frecuentes en primavera-verano, y la fase positiva es más frecuente en marzo. Del análisis de las **figuras 5 y 6** emerge que la fase negativa (positiva) del modo 1 parece estar relacionada con vientos fuertes (débiles) del noreste durante el verano. La serie temporal de este modo (**figura 4**) muestra que las anomalías son persistentes y con gran variabilidad interanual. La fase positiva puede ser explicada en términos de una advección anómala de la pluma de agua dulce más cálida hacia el noreste y una advección anómala de agua más fría de la plataforma hacia el norte, ambas debidas a anomalías de viento del oeste. La fase negativa podría ser entendida en términos de anomalías opuestas debidas a anomalías fuertes de viento del noreste. Sin embargo, se observa la característica de que las anomalías frías en la costa norte del río exterior no son solamente observadas en las composiciones de ATSM sino también en las composiciones de la TSM. Es decir, la TSM (**figura 5**, fase negativa) muestra al este de Punta del Este temperaturas más frías que las del agua circundante. Esta característica, y el hecho de que este modo ocurre en casos de viento intenso del noreste, sugiere que el origen de este agua es desde abajo, a través de un mecanismo de surgencia. Eventos similares en esta región fueron reportados por Framiñán y otros (2001), Framiñán (2005) y Pimenta y otros (2008).

Modo 1 de variabilidad subanual - Composiciones

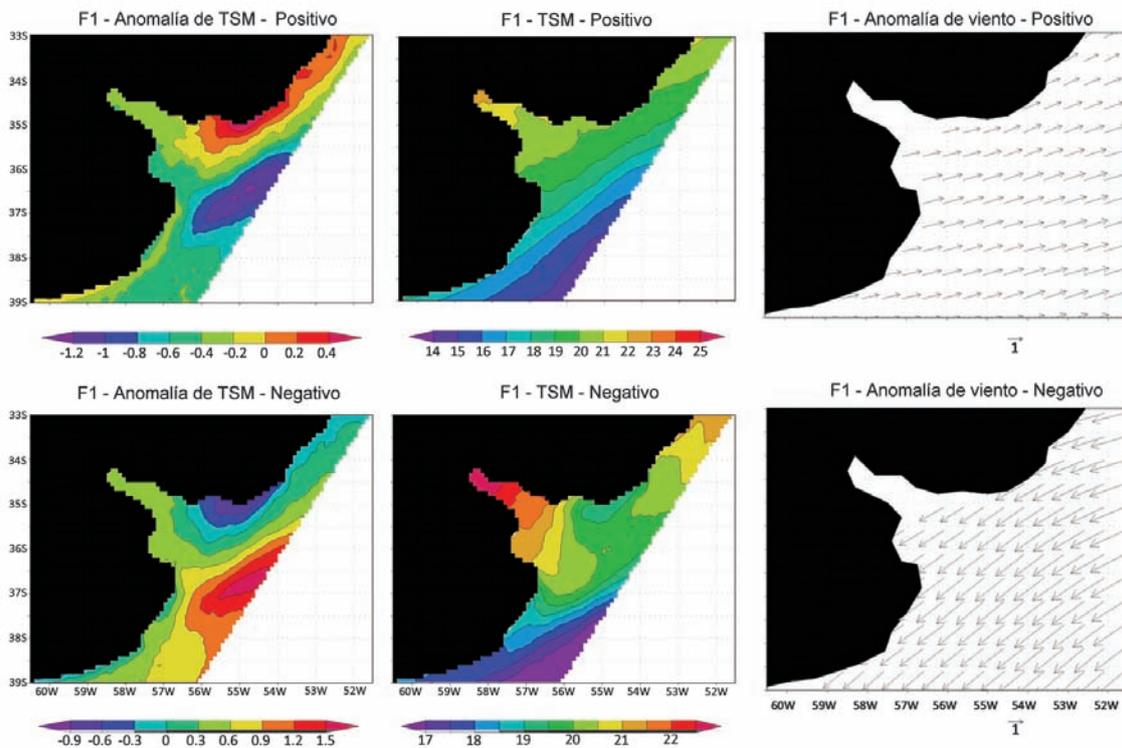


Figura 5. Composiciones de anomalías de TSM (paneles izquierdos), de TSM (paneles centrales) y de anomalías de viento (paneles derechos) para las fases positiva (arriba) y negativa (abajo) del modo 1.

SURGENCIA, ¿UN FENÓMENO COMÚN EN LA COSTA NORTE DEL RÍO DE LA PLATA EXTERIOR?

Moira Luz Clara - Claudia Simionato - Claudia Campetella - Diego Moreira - Raúl Guerrero

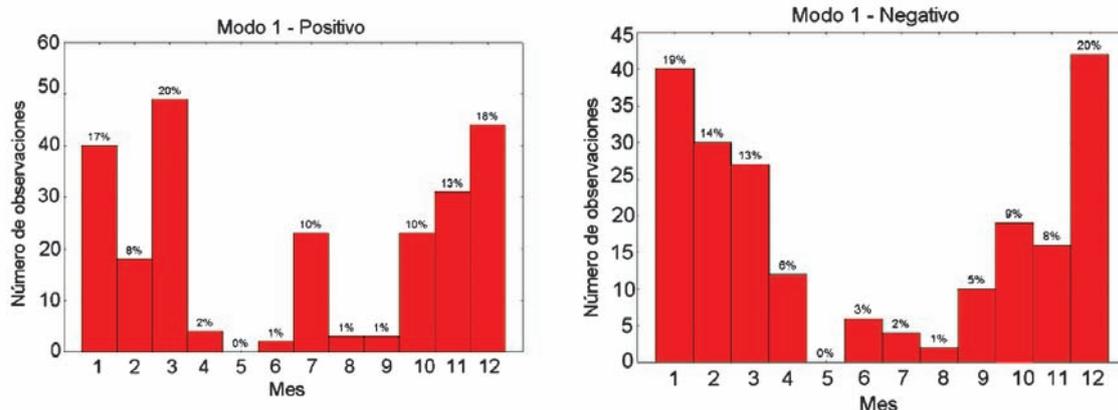


Figura 6. Histogramas de frecuencia de ocurrencia del modo 1, para cada mes del año, para sus fases positiva (izquierda) y negativa (derecha).

Para comprender mejor la característica observada de surgencia al este de Punta del Este se muestran en la **figura 7** los campos de TSM y, superpuesto, el viento en superficie, cada dos días en el período 15-febrero-2008 / 08-marzo-2008. Durante el 15 de febrero el viento sopló del sudoeste y la TSM al este de Punta del Este se encontraba entre 22 y 23° C. Dos días después el viento rotó al noreste y se registró en el área una ATSM de -1° C, que hacia el 19 de febrero se extendió al oeste a lo largo de la costa. El viento se debilitó y rotó durante los días siguientes pero la ATSM negativa se mantuvo y, cuando el 25 de febrero el viento aumentó su intensidad y comenzó a soplar persistentemente del este/noreste, la anomalía rápidamente se intensificó. La máxima anomalía se observa una semana después, el 2 de marzo, cuando la temperatura al este de Punta del Este descendió a menos de 17° C, es decir, presentó una anomalía de aproximadamente -5.5°, alcanzando una extensión de 20000 km². Nótese que durante el evento, el agua de origen continental, más cálida, fue advectada hacia el sudoeste en dirección a la costa argentina. A partir del 4 de marzo el viento rotó al sur y luego al oeste/noroeste; el agua dulce del Río de la Plata fue advectada hacia el este a lo largo de la costa norte del río y las ATSM se disiparon. De esta forma, la figura muestra claramente que la anomalía fría de temperatura observada durante este período no podría de ninguna manera estar relacionada a la advección de agua de los alrededores ni ser un residuo asociado a un evento ocurrido unos días antes, sino que muestra claramente la ocurrencia de un evento de surgencia. Eventos similares fueron también observados en otros períodos del registro analizado en las estaciones de primavera y verano y, en todos los casos, las temperaturas disminuyeron hasta alrededor de los 17° C.

Los procesos asociados con la ocurrencia de surgencia en la región fueron estudiados por Framiñán (2005) y Pimenta y otros (2008). Ellos vincularon la surgencia con el viento y la estratificación en la plataforma. En invierno, los vientos favorables al hundimiento (downwelling) son más frecuentes y restauran la pluma con frecuencia de manera que la eficiencia de la surgencia (upwelling) resulta muy baja. En verano, los vientos favorables al hundimiento son menos frecuentes e intensos, de manera que el efecto acumulativo de los vientos dominantes favorables a la surgencia actúa exportando

las aguas dulces del Río de la Plata costa afuera. La reducción de la estratificación en la plataforma interior aumenta la probabilidad de que la surgencia alcance la superficie. Consistentemente, nuestras observaciones muestran que el fenómeno es más frecuente en la primavera y el verano, mientras que en el otoño y el invierno se observan muy pocos casos (**figura 6**).

La observación de Pimenta y otros (2008) de que la estratificación juega un rol en la surgencia, sugiere que la descarga continental también podría hacerlo. Se sabe que la descarga continental modula en escalas de tiempo largas la posición del frente de salinidad, especialmente en superficie, del Río de la Plata (FREPLATA, 2005). En situaciones de alta (baja) descarga el frente de superficie se extiende (retrae) hacia la costa norte (sur), incrementando (reduciendo) la estabilidad de la columna, lo que sería menos (más) favorable a la surgencia. Con el fin de verificar esta hipótesis, la **figura 8** muestra la persistencia de los eventos de surgencia observados durante el período de análisis en función de la descarga continental normalizada (Borús y otros, 2008). Dado que los datos de descarga corresponden al punto en el cual los tributarios ingresan al río (línea imaginaria entre Punta Gorda y Tigre) se debe considerar el tiempo de advección hasta el río exterior, que puede estimarse entre 45 y 105 días (Simionato y otros, 2009). Por esa razón a cada evento de surgencia se le asignó un valor de caudal computado como la media del segundo, tercero y cuarto mes previo. Se observa en la figura que los eventos de surgencia observados en todo el período analizado coincidieron en su mayoría con períodos de baja descarga de los tributarios del río. Más aún, los eventos de surgencia ocurridos bajo situaciones de descarga alta fueron no sólo pocos, sino además poco persistentes, y el caso más persistente (con una duración de 44 días) ocurrió en simultáneo con una anomalía negativa del caudal del orden de un desvío estándar.

SURGENCIA, ¿UN FENÓMENO COMÚN EN LA COSTA NORTE DEL RÍO DE LA PLATA EXTERIOR?
Moirá Luz Clara - Claudia Simionato - Claudia Campetella - Diego Moreira - Raúl Guerrero

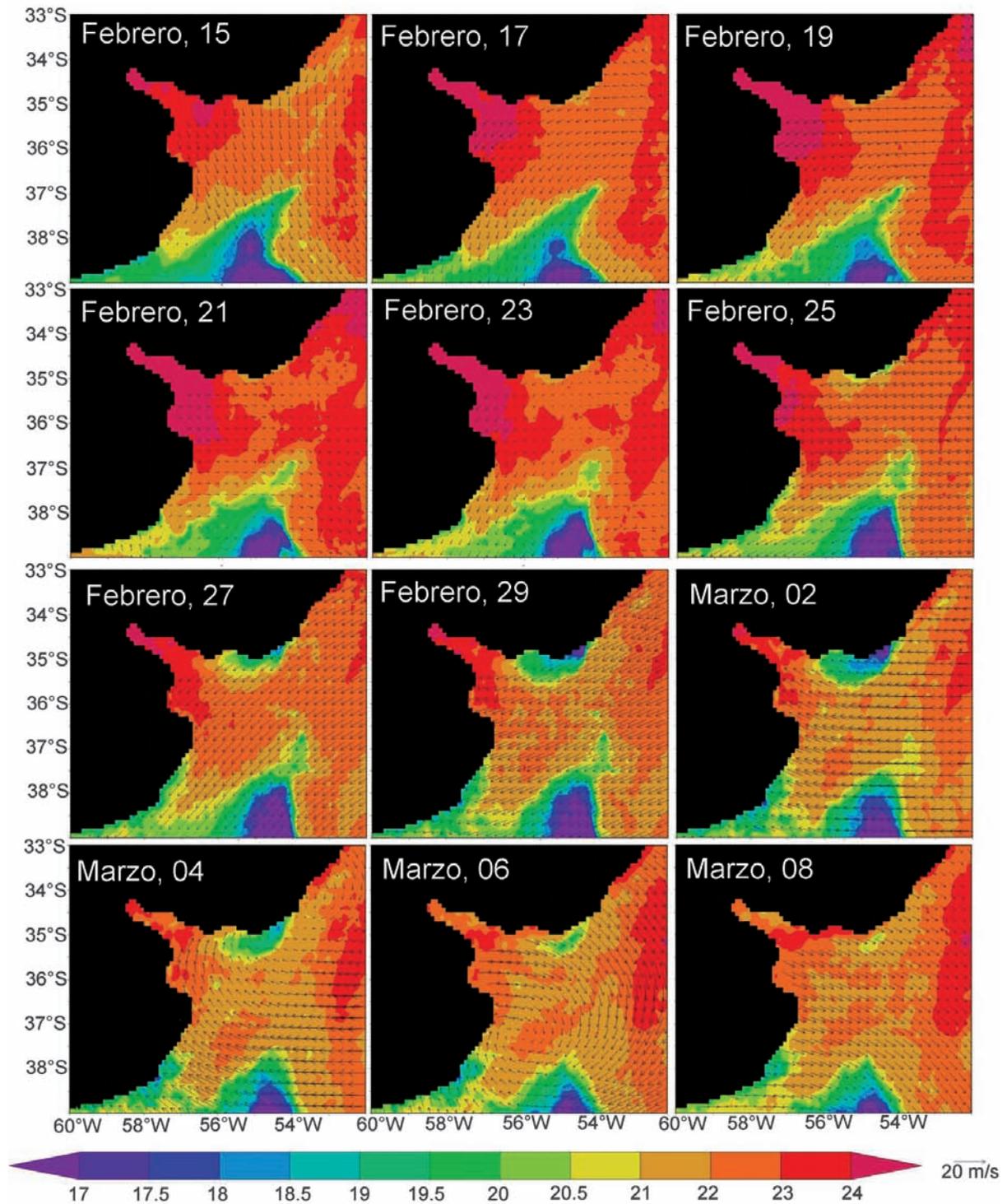


Figura 7. Campos de TSM y de viento en superficie, cada dos días durante el período 15-feb-2008 / 08-mar-2008 en el que fue registrado un evento de surgencia que presentó una ATSM máxima de -5.5° en la región al este de Punta del Este (Uruguay).

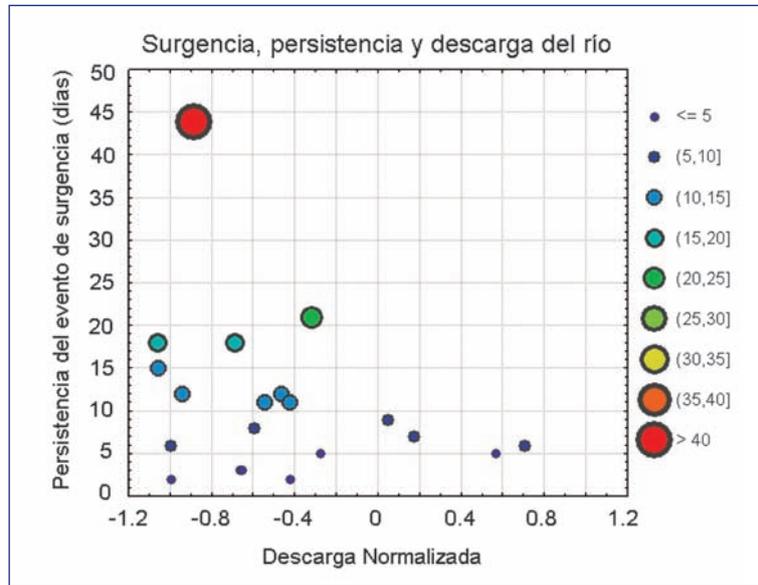


Figura 8. Persistencia de los eventos de surgencia observados durante el período de análisis en función de la descarga continental normalizada según datos de Borús y otros (2008). Se observa que los eventos de surgencia observados coincidieron en su mayoría con períodos de baja descarga de los tributarios del Río de la Plata.

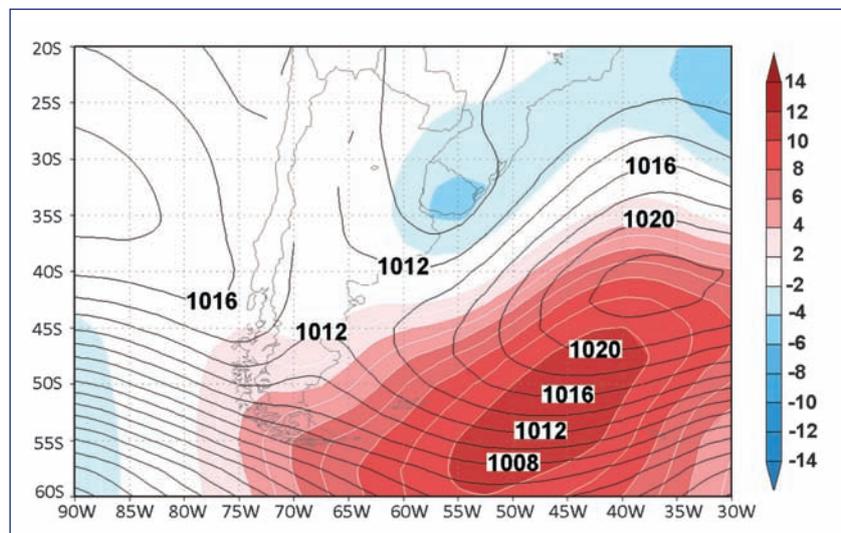


Figura 9. Campo medio de PNMM del reanálisis de NCEP (en hPa) y su anomalía correspondiente al evento de surgencia de febrero-marzo de 2008.

Los análisis de los campos diarios de presión en superficie (a partir de los reanálisis de NCEP) muestran que los eventos de surgencia con anomalías de temperatura mayores a 3°C están asociados a intensos anticiclones post-frontales que se posicionan, en promedio, al este de Uruguay. En particular, el evento que presentó la mayor anomalía de temperatura (ocurrido en febrero-marzo de 2008, **figura 7**) estuvo asociado al pasaje de un frente frío que se mantiene estacionario sobre el sur de Brasil, y

SURGENCIA, ¿UN FENÓMENO COMÚN EN LA COSTA NORTE DEL RÍO DE LA PLATA EXTERIOR?

Moira Luz Clara - Claudia Simionato - Claudia Campetella - Diego Moreira - Raúl Guerrero

luego evoluciona hacia una ciclogénesis sobre el sur de Uruguay (**figura 9**). Lo característico de este evento es la persistencia del ciclón y del anticiclón al sur de éste, que favorecen la persistencia de viento del sector este sobre el Río de la Plata.

CONCLUSIONES

El mayor porcentaje de varianza de la TSM observado en la región del Río de la Plata se encuentra relacionado al ciclo estacional. En primavera-principios del verano y otoño-principios del invierno la señal principal observada es un gradiente debido al ciclo radiativo. Esto es, el río se calienta y se enfría más rápido que el agua de plataforma.

En este trabajo se caracterizó el primer modo de variabilidad de alta frecuencia de la temperatura en superficie para el período 2002-2006 en el área del Río de la Plata exterior a partir de combinación de datos de TSM de diversas fuentes y viento en superficie y se evaluaron los mecanismos forzantes. Estos nuevos productos satelitales resultan muy útiles para la caracterización de la variabilidad de la TSM en distintas escalas temporales en regiones costeras. Este primer modo, que representa alrededor del 21% de la varianza de los datos en esta escala se encuentra relacionado con vientos intensos anómalos del este o del oeste sobre el Río de la Plata en primavera/verano. Los vientos anómalos del oeste producen advección de aguas de la pluma del río relativamente cálidas hacia el este a lo largo de la costa norte del río, resultando entonces en anomalías cálidas de TSM. Sin embargo, los vientos del este no sólo producen advección de aguas relativamente más frías de la plataforma a lo largo de la costa sino también una anomalía fría intensa entre Montevideo y Punta del Este que puede observarse tanto en el campo de anomalías como en las imágenes diarias de TSM. Se observó que estos eventos de surgencia tienen gran persistencia y fueron muy frecuentes en el período de tiempo analizado. Su ocurrencia se vincula con la presencia de un ciclón frente a la costa sudeste de Brasil y un intenso anticiclón post-frontal al sur.

Un análisis de la persistencia de los eventos y su relación con el caudal de los ríos tributarios sugiere que la descarga continental modula la surgencia. Esto estaría asociado con el hecho de que una mayor o menor descarga incrementa o reduce la estratificación de la columna de agua a lo largo de la costa norte del río inhibiendo o favoreciendo la surgencia.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es una contribución al proyecto ANPCyT PICT 2010 1831, el subsidio UBA 01/I014, el CONICET PIP 112-200801-02599 y el Proyecto UNDP/GEF RLA/99/G31 "Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo".

REFERENCIAS

- ACHA, E.M., MIANZAN, H.W., LASTA, C.A. y GUERRERO, R.A., 1999. Estuarine spawning of the whitemouth croaker *Micropogonias furnieri* (Pisces: Sciaenidae) in the Río de la Plata, Argentina. *Marine and Freshwater Resources*, 50, 57-65.
- ACHA, E.M. y MACCHI, G.J., 2000. Spawning of Brazilian menhaden, *Brevoortia aurea*, in the Río de la Plata Estuary off Argentina and Uruguay. *Fishery Bulletin*, 98, 227-235.
- BERASATEGUI, A.D., MENU MARQUE, S., GÓMEZ-ERACHE, M., RAMÍREZ, F.C., MIANZAN, H.W. y ACHA, E.M., 2006. Copepod assemblages in a highly complex hydrographic region. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 66, 483-492.
- BORÚS, J., M. URIBURU QUIRNO y D. CALVO, Evaluación de caudales diarios descargados por los grandes ríos del Sistema del Plata al estuario del Río de la Plata., Dirección de Sistemas de Información y Alerta Hidrológico - Instituto Nacional del Agua - Ezeiza, Argentina - 2008
- BOSCHI, E.E., 1988. El ecosistema estuarial del Río de la Plata (Argentina y Uruguay). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, Universidad Nacional Autónoma de México, 15, 159-182.
- CAMPETELLA, C.M., D'ONOFRIO, E., CERNE, S.B., FIORE, M.E., POSSIA, N.E., 2007. Negative storm surges in the Port of Buenos Aires. *International Journal of Climatology* 27 (8), 1091-1101.
- COUSSEAU, M.B., 1985. Los peces del Río de la Plata y su Frente Marítimo. In: Yañez-Arancibia, A. (Ed.), *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*. UNAM Press, México, 515-534.
- D'ONOFRIO, E.E., FIORE, M.M.E., POUSA, J.L., 2008. Changes in the regime of storm surges at Buenos Aires, Argentina. *Journal of Coastal Research* 24,260-265.
- FRAMIÑÁN, M.B. y BROWN, O.B., 1996. Study of the Río de la Plata Turbidity Front, Part I: Spatial and Temporal Distribution. *Continental Shelf Research*. 16(10),1259-1282.
- FRAMIÑÁN, M. B., O. B. BROWN, A. MUENCHOW y A. VALLE-LEVINSON, 2001. Coastal upwelling off the Río de la Plata Estuary, South America. 2001: An Ocean Odyssey. Joint assemblies of the IAPSO-IABO. Abstract in CD.
- FRAMIÑÁN, M.B., 2005. On the Physics, Circulation and Exchange Processes of the Río de la Plata Estuary and the Adjacent Shelf. Miami, Florida: Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Sciences, Ph.D. thesis, 456p.
- FREPLATA, 2005. Análisis diagnóstico transfronterizo del Río de la Plata y su frente maritime. Documento técnico. Proyecto Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Proyecto PNUD/GEF/RLA/99/g31.
- GUERRERO, R.A.; ACHA, E.M.; FRAMIÑÁN, M.B. y LASTA, C.A., 1997. Physical oceanography of the Río de la Plata Estuary, Argentina. *Continental Shelf Research*, 17(7), 727-742.

SURGENCIA, ¿UN FENÓMENO COMÚN EN LA COSTA NORTE DEL RÍO DE LA PLATA EXTERIOR?

Maira Luz Clara - Claudia Simionato - Claudia Campetella - Diego Moreira - Raúl Guerrero

- JAIME, P., MENÉNDEZ, A., URIBURU QUIRNO, M., TORCHIO, J., 2002. Análisis del régimen hidrológico de los ríos Paraná y Uruguay. Informe LHA05-216-02. Instituto Nacional del Agua, Buenos Aires, Argentina.
- KALNAY E. y otros, 1996. The NCEP/NCAR 40-year Reanalysis Project, Bull. Amer. Meteorol. Soc., 77, 437-470.
- LANFREDI, N.W., POUSA, J.L., D'ONOFRIO, E.E., 1998. Sea-level rise and related potential hazards on the Argentine coast. Journal of Coastal Research 14(1), 47-60.
- LASTA, C., 1995. La Bahía Samborombón: zona de desove y cría de peces. La Plata, Argentina: Universidad Nacional de La Plata. Ph.D. thesis, 304p.
- MACCHI, G.J., ACHA, E.M. y LASTA, C.A., 1996. Desove y fecundidad de la corvine rubia (*Micropogonias furnieri*, Desmarest, 1826) en el estuario del Río de la Plata, Argentina. Boletín del Instituto Español de Oceanografía, 12, 99-113.
- MECCIA, V., 2008. Estudios de la circulación forzada por el viento en el estuario del Río de la Plata y sus implicancias en la estratificación: resultados del análisis de datos y simulaciones numéricas. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Buenos Aires. Tesis Doctoral, 150p.
- MECCIA, V.L., SIMIONATO, C.G., FIORE, M.M.E., D'ONOFRIO, E., DRAGANI, W.C., 2009. Sea surface height variability in the Río de la Plata estuary from synoptic to inter-annual scales: results of numerical simulations. Estuarine, Coastal and Shelf Science 85(2), 327-343.
- NAGY, G.J., MARTÍNEZ, C.M., CAFFERA, R.M., PEDRALOZA, G., FORBES, E.A., PERDOMO, A.C., LABORDE, J.L., 1997. The hydrological and climatic setting of the Río de la Plata. In: The Río de la Plata, An Environmental Review, An EcoPlata Project Background Report, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, pp.17-68.
- NOGUES-PAEGLE, J., MO, K.C., 1997. Alternating wet and dry conditions over South America during summer. Monthly Weather Review 125, 279-291.
- PIMENTA, F.; GARVINE, R.W. y MUNCHOW, A., 2008. Observations of coastal upwelling off Uruguay downshelf of the Plata estuary, South America. Journal of Marine Research, Vol. 66, No. 6., pp. 835-872.
- SIMIONATO, C.G.; NUÑEZ, M.N. y ENGEL, M., 2001. The Salinity Front of the Río de la Plata - a numerical case study for winter and summer conditions. Geophysical Research Letters, 28(13), 2641-2644.
- SIMIONATO, C.G., MECCIA, V.L., DRAGANI, W.C. y NUÑEZ, M.N., 2005a. Barotropic tide and baroclinic waves observations in the Río de la Plata Estuary. Journal of Geophysical Research, 110, C06008, doi:10.1029/2004JC002842.
- SIMIONATO, C.; VERA, C. y SIEGISMUND, F., 2005b. Surface wind variability on seasonal and interannual scales over Río de la Plata area. Journal of Coastal Research, 21(4), 770-783
- SIMIONATO, C.G.; MECCIA, V.; DRAGANI, W.; GUERRERO, R. y NUÑEZ, M., 2006. The Río de la Plata estuary response to wind variability in synoptic to intra-seasonal time scales: barotropic response. Journal of Geophysical Research, Oceans. 111, C09031, doi:10.1029/2005JC003297.
- SIMIONATO, C.G.; MECCIA, V.; GUERRERO, R.; DRAGANI, W. y NUÑEZ, M., 2007. The Río

- de la Plata estuary response to wind variability in synoptic to intra-seasonal time scales: II currents vertical structure and its implications on the salt wedge structure. *Journal of Geophysical Research, Oceans*, 112, C07005, doi:10.1029/2006JC003815.
- SIMIONATO, C.G., V. MECCIA & W. DRAGANI, 2009. On the path of plumes of the Río de la Plata estuary main tributaries and their mixing scales. *Geoacta* 34, 87-116.
- VERA, C.S.; VIGLIAROLO, P. y BERBERY, H., 2002. Cold season synoptic scale waves over subtropical South America. *Monthly Weather Review*, 130, 684-699.
- ZHANG, H.M.; BATES, J.J. y REYNOLDS, R.W., 2006. Assessment of composite global sampling: Sea surface wind speed. *Geophysical Research Letters*, 33, L17714, doi:10.1029/2006GL027086.

FRENTE MARÍTIMO

VOLUMEN 23 ABRIL 2013

SUMARIO

INDICADORES ECONÓMICOS Y SOCIALES PARA LA APLICACIÓN DEL ENFOQUE ECOSISTÉMICO EN LA PESCA (EEP)

Ángel A. Gumy 9

LA CAJA DE HERRAMIENTAS DE LA FAO PARA LA APLICACIÓN DEL ENFOQUE ECOSISTÉMICO AL MANEJO DE LAS PESQUERÍAS

Johanne Fischer 23

INTERACCIONES ENTRE LA ACTIVIDAD PESQUERA Y LOS PROYECTOS DE DESARROLLO EN LA ZONA ECONÓMICA EXCLUSIVA URUGUAYA

Yamandú Marín, Julio Chocca, Bernardo González y Gastón Beathyate 29

SISTEMA INTER-JURISDICCIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS COSTERO MARINAS – SIAPCM – ARGENTINA. (PROYECTO ARG/10/G47 GEF – PNUD)

Guillermo Caille, José María Musmeci, Guillermo Harris y Ricardo Delfino Schenke 55

INTERACCIÓN INDIRECTA ENTRE LA PESCA DE ARRASTRE DE FONDO COSTERA Y LAS HEMBRAS DE LEÓN MARINO SUDAMERICANO (*Otaria flavescens*) EN URUGUAY: ¿EXISTE CO-USO O COMPETENCIA POR RECURSOS?

Federico G. Riet Sapriza; Daniel P. Costa; Valentina Franco-Trecu; Yamandú Marín; Julio Chocca, Bernardo González; Gastón Beathyate; B. Louise Chilvers y Luis A. Hüeckstadt 65

EVOLUCIÓN TEMPORAL DEL NIVEL TRÓFICO MEDIO DE LOS DESEMBARQUES EN LA ZONA COMÚN DE PESCA ARGENTINO-URUGUAYA AÑOS 1989-2010

Milési Andrés C. & Andrés J. Jaureguizar 83

EL ENDEMISMO EN LAS RAYAS DE LA ZONA COMÚN DE PESCA ARGENTINO-URUGUAYA

Figueroa, D.E.; Barbini, S. I.; Scenna, I. I.; Belleggia, M.; Delpiani, G. & Spath, C. 95

DISTRIBUCIÓN BATIMÉTRICA DE LA FAMILIA SCIAENIDAE (PERCIFORMES) EN EL ATLÁNTICO SUDOCCIDENTAL Y CONSIDERACIONES SOBRE LAS PESQUERÍAS DE LOS PECES DE ESTA FAMILIA

Hébert Nion, Yamandú Marín, Pablo Meneses y Pablo Puig 105

DINÁMICA DE BIOMASA CON UMBRAL DE ESFUERZO PESQUERO PARA RECURSOS CON PESCA NO DIRIGIDA

Aníbal Aubone 133

ANÁLISIS DE LA PESQUERÍA DE BESUGO (*Pagrus pagrus*) EN EL ÁREA NORTE DEL ECOSISTEMA COSTERO BONAERENSE URUGUAYO. PERÍODO 2000-2010

Nerina Lagos, Sebastián García y Nora Fernández Aráoz 155

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS CORVINA Y PESCADILLA EN EL ÁREA DEL TRATADO. EVALUACIÓN Y RECOMENDACIONES DE MANEJO PARA EL AÑO 2011

María Inés Lorenzo, Claudia Carozza y Claudio Ruarte 177

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LA MERLUZA (*Merluccius hubbsi*) Y SU RELACIÓN CON LAS VARIABLES OCEANOGRÁFICAS (TEMPERATURA Y SALINIDAD) ENTRE 35° S Y 40° S DURANTE EL OTOÑO DEL AÑO 2011

D'Atri, Luciana L., Molinari, Graciela y Rodrigues, Karina 197

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE PRERRECLUTAS DE MERLUZA (*Merluccius hubbsi*) EN LA ZONA COMÚN DE PESCA ARGENTINO-URUGUAYA EN 2000, 2001 Y 2009

Martín D. Ehrlich, Daniel R. Brown y Laura Machinandiarena 215

ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD Y SUSCEPTIBILIDAD DE LA FAUNA ACOMPAÑANTE DE LA MERLUZA COMÚN EN LA ZONA COMÚN DE PESCA ARGENTINO-URUGUAYA

Alejandra M. Cornejo; B. Gabriela Mc Lean; Ernesto Godelman 231

DISTRIBUCIÓN, RENDIMIENTO, ESTRUCTURA DE TALLA Y SEXO DEL RUBIO (*Helicolenus dactylopterus lahillei*) CAMPAÑAS EH 02/08 – 04/09

Leonardo S. Tringali, Pedro M Ibáñez y Norberto A. Scarlato 249

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO MÍNIMO DE EJEMPLARES DE UNA MUESTRA DE RUBIO (*Helicolenus dactylopterus lahillei*) NORMAN, 1937) PARA ESTIMAR LA TALLA MEDIA DE CAMPAÑAS DE INVESTIGACIÓN

Leonardo S. Tringali y Julieta Rodríguez 265

SURGENCIA, ¿UN FENÓMENO COMÚN EN LA COSTA NORTE DEL RÍO DE LA PLATA EXTERIOR?

Maira Luz Clara, Claudia Simionato, Claudia Campetella, Diego Moreira, Raúl Guerrero 275

RESEÑA DE HERRAMIENTAS GENÉTICAS UTILIZADAS EN EL ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA POBLACIONAL DE LAS CORVINAS DEL RÍO DE LA PLATA Y SU FRENTE MARÍTIMO

Alejandro Márquez y Alfredo Pereira 291

UTILIZACIÓN DE CENTROS PIGMENTARIOS DE *Sympterygia bonapartii* (*Chondrichthyes, rajidae*) COMO HERRAMIENTA BIOANALÍTICA DE CONTAMINACIÓN

Ubrig, Román; Galeano, Noelia; Schwerdt, Carla; Mas, Javier; Sartuqui, Javier; Guagliardo, Silvia; Acebal, Florencia; Paolillo, Melisa y Tanzola, Daniel 301