

# La influencia de la temperatura de superficie del mar de los océanos cercanos sobre la temperatura media y precipitación estacionales en Argentina

*Paula Carolina Oliveri<sup>1</sup>, Marcela Hebe González<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones del Mar y de la Atmósfera, CONICET-UBA

E-mail: oliverihauck@yahoo.com.ar

RESUMEN: Este trabajo intenta detectar la influencia que la temperatura de los océanos cercanos produce sobre la temperatura media y la precipitación estacionales en Argentina. Para ello se compararon patrones espaciales de variabilidad interanual de temperatura de la superficie del mar (TSM) de las áreas cercanas de los océanos Atlántico y Pacífico, derivados del análisis de componentes principales (PCA), y las anomalías de temperatura media y precipitación estacionales en el país. Los modos de variabilidad de la TSM estacional (invierno y verano) se correlacionaron con las series de temperatura media y precipitación. Los resultados son dependientes de la región y de la época del año y en general la temperatura media mostró mayor relación con el comportamiento de la TSM. El segundo patrón de variabilidad interanual de TSM de verano se asocia con aumento de la temperatura media en gran parte del norte y centro-oeste del país y precipitación aumentada en un área muy limitada del sur del Litoral, siendo el patrón de verano que presentó mayor relación con dichas variables. Los patrones de variabilidad interanual de TSM de invierno más relacionados con la temperatura media y la precipitación son el primero y el tercero. El primero está asociado con temperaturas cálidas en el norte y centro-oeste del país y con precipitación disminuida en una pequeña área del norte de la Patagonia. El tercero se asocia con enfriamiento simultáneo en la mayor parte de la Patagonia y en el sur de Buenos Aires, y con aumento de la precipitación en un área acotada en el norte de Buenos Aires y sur de Santa Fé.

## INTRODUCCIÓN

La variabilidad climática interanual tiene un fuerte impacto sobre el sector productivo en Argentina, en particular sobre el rendimiento de los cultivos en el sector agropecuario (Podestá et al., 1999; Loose et al., 2010; Fernández Long et al., 2011; Müller et al., 2015) y en el sector vitivinícola (Agosta et al., 2012), siendo la precipitación una de las variables con mayor preponderancia sobre estos efectos, junto con los extremos de temperatura.

La temperatura media puede tener gran impacto sobre el sector energético, debido a que afecta directamente el consumo de gas natural (Gil et al., 2005).

La relación entre precipitación en Argentina y la temperatura de superficie del mar (TSM) ha sido ampliamente estudiada con respecto a el ENSO (Ropelewski y Halpert, 1987; Grimm et al., 2000; González, 2013). Barros y Silvestri (2002) relacionaron la variabilidad entre años de eventos ENSO con la TSM de la parte subtropical del Pacífico sur-central y Vera et al. (2004) con la actividad de la zona de convergencia del Pacífico Sur. En este trabajo se busca establecer una relación entre la variabilidad de la precipitación estacional y la TSM más cercana a las costas de nuestra región.

Por otro lado, se han encontrado relaciones entre la ocurrencia de eventos fríos y cálidos, definidos a partir de anomalías de las temperaturas máxima y mínima diarias, con el enfriamiento y calentamiento de los océanos Pacífico Sur y Atlántico Sur (Rusticucci et al., 2003; Barrucand et al., 2008). Es posible que una relación así se establezca también con la temperatura media, lo cual se estudiará en el presente trabajo.

## DATOS UTILIZADOS

La región estudiada está comprendida entre 20 y 60° S y entre 30 y 90° O, para limitar el análisis a los océanos cercanos a las costas del sur de Sudamérica, y por lo tanto, a la Argentina .

Los datos de TSM provienen del reanálisis ERA-Interim del *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF), descrito por Dee et al. (2011). Se obtuvieron en la forma de medias mensuales con una resolución de 0.75°. Con estos datos se calcularon medias estacionales de verano e invierno para el período 1980-2015.

Los datos de precipitación y temperatura media fueron provistos por el Servicio Meteorológico Nacional. Corresponden a precipitación acumulada mensual y temperatura media mensual medidas en estaciones meteorológicas de superficie: 61 para precipitación y 67 para temperatura media, de las cuales coinciden 53.

Con los datos mensuales de precipitación se calculó la precipitación acumulada estacional para cada año y con los de temperatura media fueron calculadas medias estacionales, para los períodos 1980-2015 en el caso del verano (diciembre, enero y febrero) y 1980-2014 para el invierno (junio, julio y agosto).

## METODOLOGÍA Y RESULTADOS

La técnica de análisis de componentes principales (PCA) en modo T (Preisendorfer, 1988) se aplicó sobre campos de anomalías de TSM estacionales, de invierno y de verano. Las componentes principales (PC) obtenidas son campos espaciales de anomalías de TSM, que conforman patrones de variabilidad interanual.

Se correlacionaron las columnas de la matriz de carga de los factores (PCL: PC loading) con las series de temperatura media y precipitación estacionales, tanto de verano como de invierno, para obtener la relación entre los modos de variabilidad interanual de TSM derivados de la técnica de PCA y el comportamiento de estas variables.

Los valores de correlación de estaciones meteorológicas fueron interpolados y extrapolados al resto de Argentina, excepto Tierra del Fuego por falta de datos en toda la isla.

### *Patrones de variabilidad de TSM de verano y correlaciones con precipitación y temperatura media*

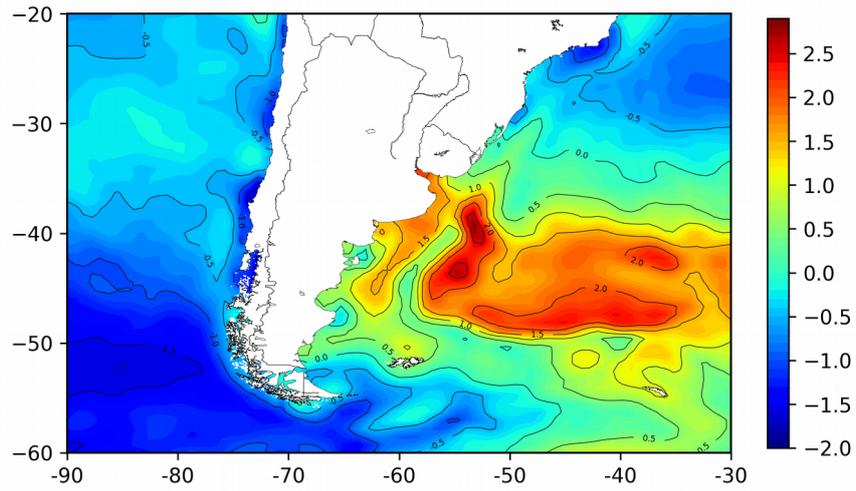
Las tres primeras PC de verano logran explicar más del 50% de la varianza. Correspondiendo casi un 23% a la primera PC, casi un 20% a la segunda y algo más del 11% a la tercera (Oliveri et al., 2017).

El primer patrón de variabilidad de TSM estival (Fig.1a) consiste en un dipolo con núcleo cálido sobre el centro del Atlántico y núcleo frío sobre el Pacífico a la altura de la Patagonia sur. La relación de este patrón (el opuesto) con la temperatura y precipitación es muy escasa.

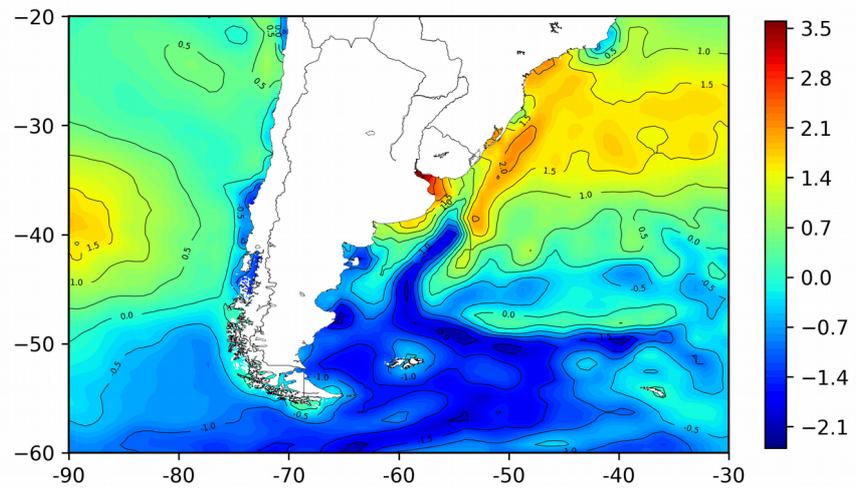
El segundo patrón (Fig.1b) es un dipolo con núcleo cálido sobre el océano Atlántico desde sur de Brasil a las costas bonaerense y uruguaya, y núcleo frío al sur de éste, y en el Pacífico se observa un núcleo de anomalías cálidas. Para este patrón (el opuesto) se observa la relación más importante con la temperatura media de verano, viéndose aumentada (disminuida) sobre una extensa área en el centro-oeste y norte del país (Fig.2a). La precipitación es mayor (menor) a la normal en un área muy acotada en el sur del Litoral (Fig.2b).

El tercer patrón muestra máximos cálidos sobre el Pacífico en la costa norte de Chile y sobre el Atlántico en las costas de Buenos Aires y norte Patagónico y un centro frío sobre el Pacífico, algo alejado de las costas del centro de Chile (Fig.1c). El Atlántico presenta anomalías frías fuera del núcleo cálido. Este patrón (el opuesto) se relaciona con anomalías positivas (negativas) de temperatura media sólo sobre la provincia de Misiones y con la precipitación las correlaciones con la PCL correspondiente sólo fueron significativas en estaciones meteorológicas aisladas.

(a)



(b)



(c)

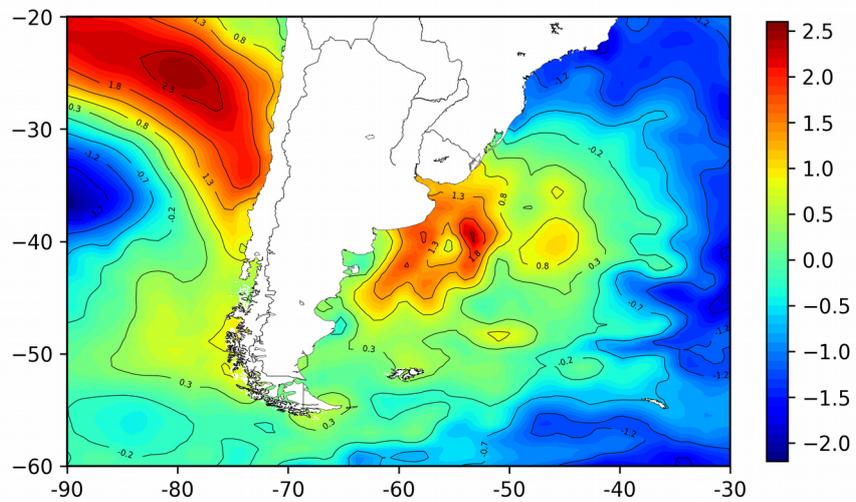
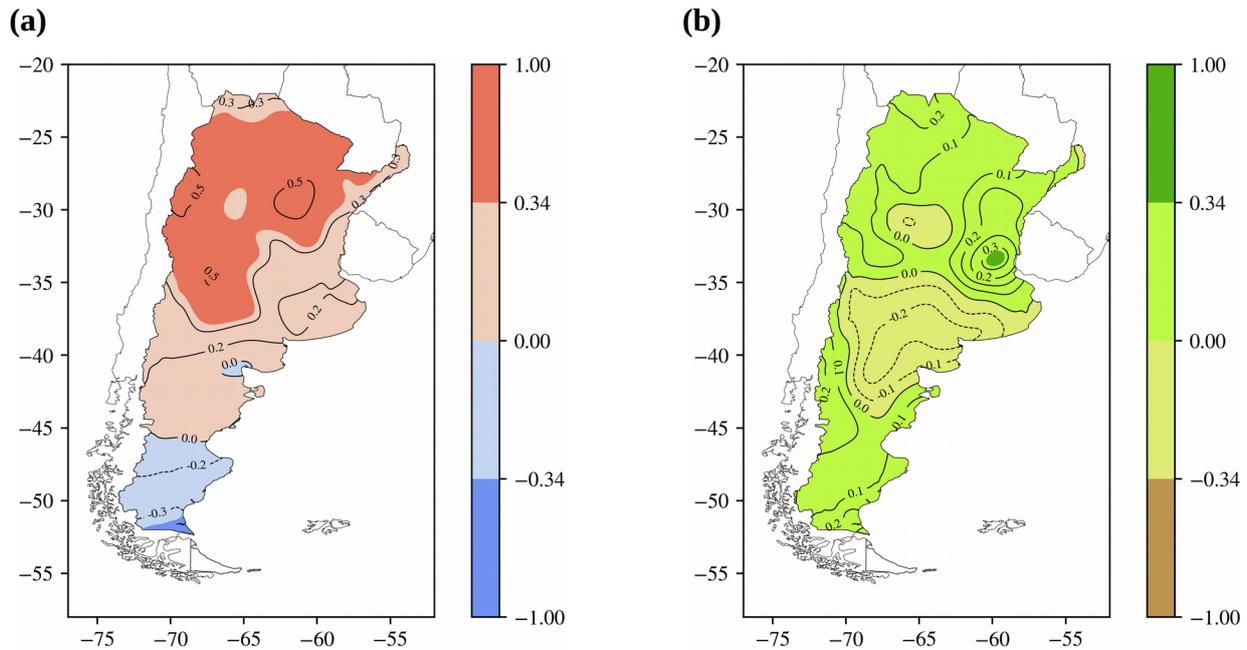


Figura 1.- Patrones de variabilidad de TSM de verano: primera (a), segunda (b) y tercera (c) componentes principales.



**Figura 2.-** Campo de correlación entre la segunda PCL de verano y temperatura media simultánea (a). Los colores más oscuros indican significancia con 95% de confianza. Idem para la precipitación (b).

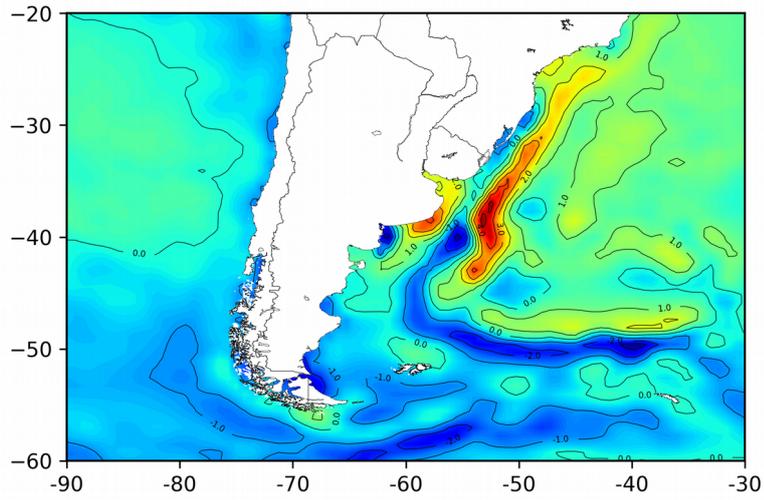
### *Patrones de variabilidad de TSM de invierno y correlaciones con precipitación y temperatura media*

Las tres primeras componentes principales (PC) de invierno explican más del 50% de la varianza. Casi el 29% corresponde a la primera PC cerca de 13% a la segunda y algo menos del 10% a la tercera

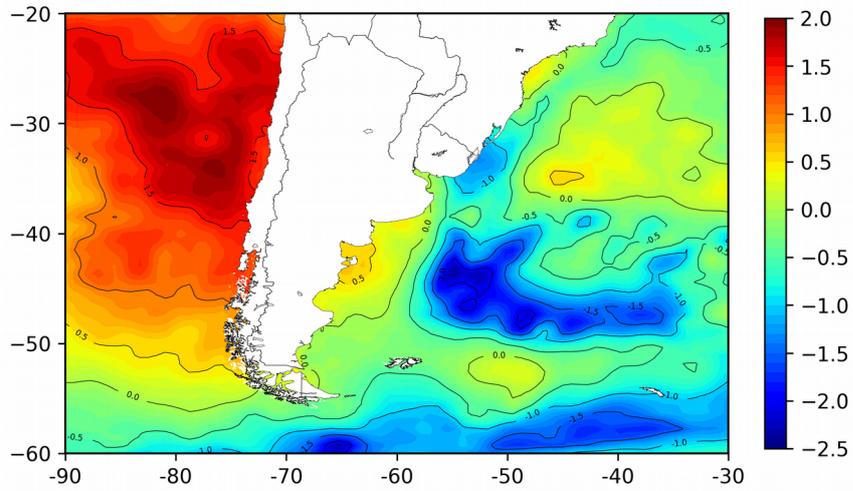
El primer patrón de variabilidad de TSM de invierno (Fig.3a) muestra máximos de variabilidad sobre el Atlántico, con el principal centro cálido extendiéndose hacia el NE desde la Patagonia hacia el sur de Brasil, al oeste de este último un centro frío que se extiende hacia la Patagonia, y sobre la costa de Buenos Aires un núcleo cálido al norte y otro frío al sur. Al sur de 50°S se observa enfriamiento del Atlántico y la costa del Pacífico presenta anomalías levemente frías. Este patrón (el patrón opuesto) se relaciona con temperatura media en el norte y centro-oeste del país por encima (debajo) de lo normal (Fig. 4a), y con disminución (aumento) de la precipitación en una pequeña área del norte patagónico (Fig. 4b).

El segundo patrón está dado por calentamiento en el Pacífico, con máximo al norte, y un centro frío sobre el Atlántico, a la altura del norte patagónico. Sobre el océano al sur de la Patagonia se presentan otros núcleos fríos (Fig.3b). Las correlaciones de la PCL correspondiente con las series de temperatura media y precipitación se dieron significativamente sólo en estaciones meteorológicas aisladas.

(a)



(b)



(c)

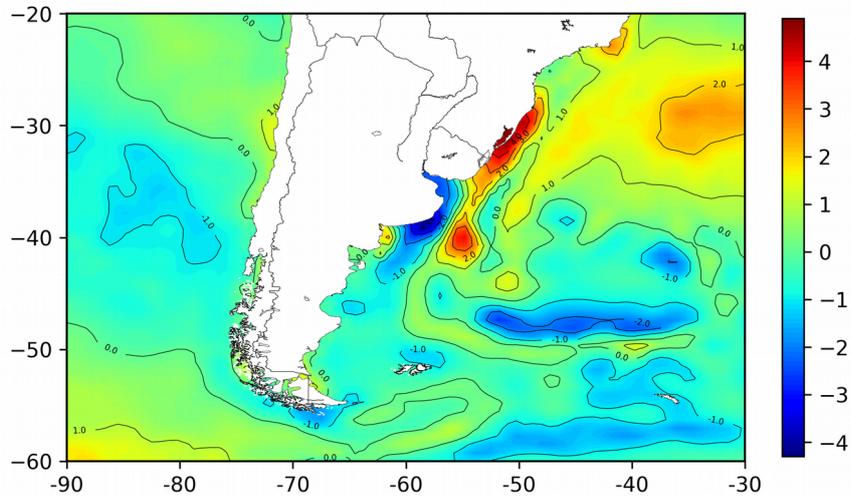
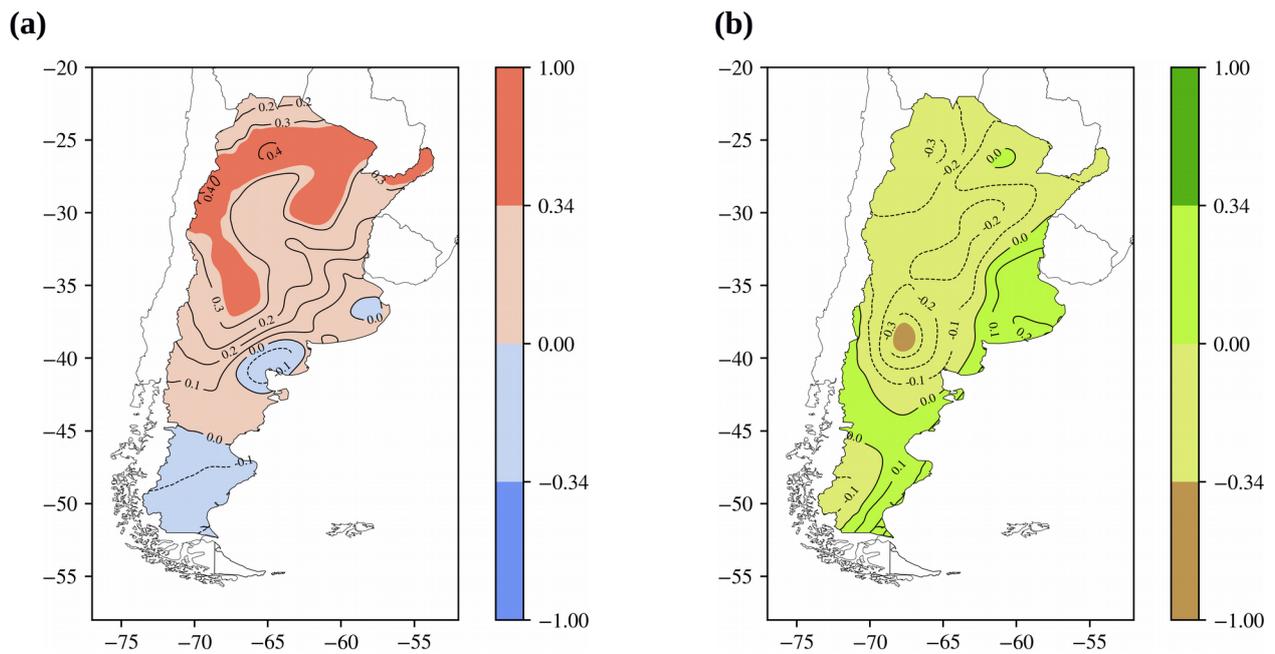
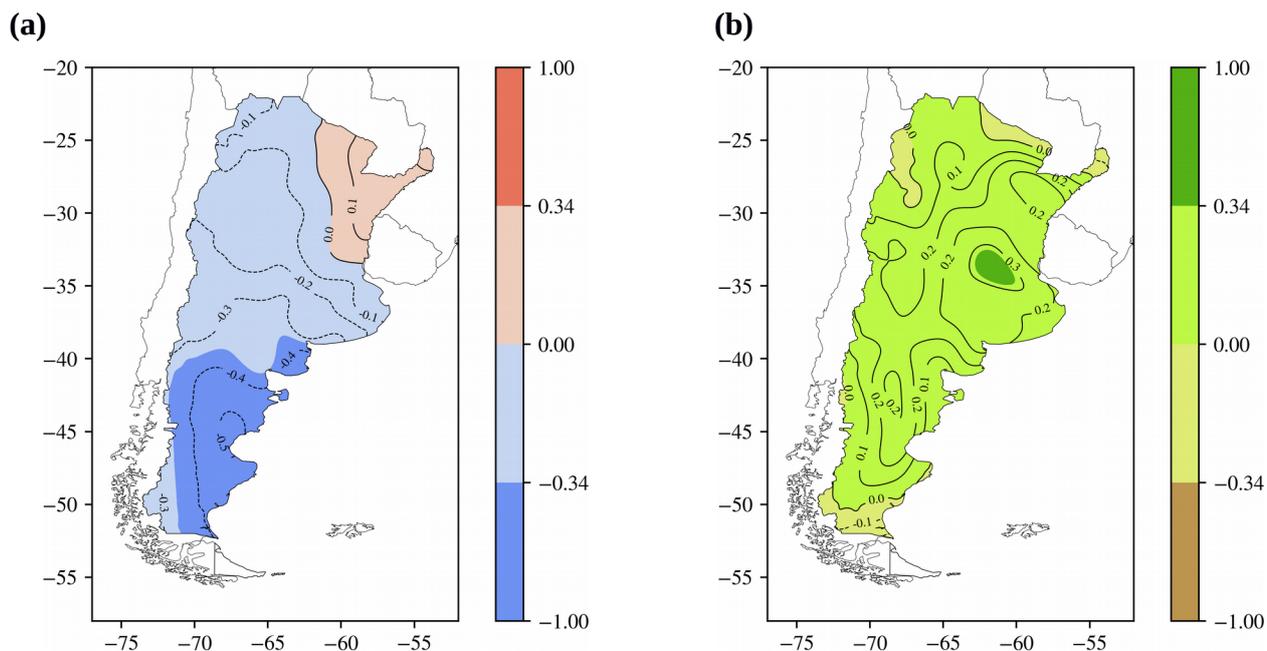


Figura 3.- Patrones de variabilidad de TSM de invierno: primera (a), segunda (b) y tercera (c) componentes principales.

El tercer patrón de variabilidad de TSM de invierno (Fig.3c) presenta un centro frío sobre la costa bonaerense y uno cálido al este del mismo que se extiende hasta el sur de Brasil. Al este de estos centros principales, el océano es cálido al norte y mayormente frío al sur. La costa pacífica presenta anomalías leves. Este patrón (el patrón opuesto) se asocia a temperatura medias por debajo (encima) de lo normal en la mayor parte de la Patagonia y en el sur de Buenos Aires (Fig.5a) y precipitación aumentada (disminuida) en el norte de Buenos Aires y sur de Santa Fé, sobre un área poco extensa (Fig.5b).



**Figura 4.-** Campo de correlación entre la primera PCL de invierno y temperatura media simultánea (a). Los colores más oscuros indican significancia con 95% de confianza. Idem para la precipitación (b).



**Figura 5.-** Campo de correlación entre la tercera PCL de invierno y temperatura media simultánea (a). Los colores más oscuros indican significancia con 95% de confianza. Idem para la precipitación (b).

## CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo sugieren que de entre los múltiples factores que determinan las anomalías de temperatura media y precipitación estacionales, la TSM de los océanos cercanos es uno de ellos, siendo mayor la relación con la temperatura media. Las correlaciones con la precipitación son poco significativas estadísticamente.

Es entonces necesario seguir avanzando en el estudio de estas relaciones, incluyendo correlaciones desfasadas para poder evaluar la posible predictibilidad de estas variables y así mejorar los pronósticos estadísticos de las mismas.

**Agradecimientos.** Al Servicio Meteorológico Nacional por la provisión de datos de temperatura media y precipitación y al European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF) por la provisión de datos de TSM. También al proyecto UBACyT 20020160100009BA por la financiación.

## REFERENCIAS

- Agosta, E., Canziani, P., Cavagnaro M., 2012. Regional climate variability impacts on the annual grape yield in Mendoza, Argentina. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, Vol. 51, 993-1009.
- Barros, V. R., y Silvestri, G. E., 2002. The relation between Sea Surface Temperature at the subtropical south-central Pacific and precipitation in southeastern South America, *J. Clim.*,15, 251– 267.
- Barrucand, M., Rusticucci, M., y Vargas, W., 2008. Temperature extremes in the south of South America in relation to Atlantic Ocean surface temperature and Southern Hemisphere circulation. *Journal of Geophysical Research*, VOL. 113, D20111.
- Dee DP, Uppala SM, Simmons AJ, Berrisford P, Poli P, Kobayashi S, Andrae U, Balmaseda MA, Balsamo G, Bauer P, Bechtold P, Beljaars ACM, van de Berg L, Bidlot J, Bormann N, Delsol C, Dragani R, Fuentes M, Geer AJ, Haimberger L, Healy SB, Hersbach H, Hólm EV, Isaksen L, Kållberg P, Köhler M, Matricardi M, McNally AP, Monge-Sanz BM, Morcrette J-J, Park B-K, Peubey C, de Rosnay P, Tavolato C, Thépaut J-N, Vitart F, 2011. The ERA-Interim re-analysis: configuration and performance of the data assimilation system. *Q. J. R. Meteorol. Soc.* 137: 553–597. DOI:10.1002/qj.828
- Fernández Long, M.E., Spescha L., Hurtado R. y Murphy G.M., 2011. Impacto del ENOS sobre los rendimientos de maíz en la Región Pampeana argentina. *Agriscientia*, Vol. XXVIII: 31-38.
- Gil, S., Duperron, L. y Ruggero, R., 2005. Evaluación del plan de ahorro de consumo de gas natural en Argentina, *Pretrócnia (Revista del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas)* XLVI, N°3, (pág.48).
- Grimm, A.M., Barros, V.R.y Doyle, M.E., 2000. Climate variability in southern South America associated with El Niño and La Niña events. *Journal of Climate*, 13, 35-58.
- González, M. H. Some indicators of interannual rainfall variability in Patagonia (Argentina) en *Climate Variability - Regional and Thematic Patterns*, 2013. 1<sup>st</sup> ed.; Aonover Tarhule, Eds; INTECH, London, UK.
- Loose, L.H., Fernandez Long M.E., Canelos D. y. Murphy G., 2010. Variabilidad e dos rendimientos de girasol na argentina em funcao da variabilidade climática interanual. *Revista Facultad de Agronomía UBA*, 30 (3), 169-178.
- Müller, G.V., Fernández Long M.E., Bosch E., 2015. Relación entre la temperatura de la superficie del mar de diferentes océanos y los rendimientos de maíz en la pampa húmeda. *Meteorológica*, Vol. 40 N°1 5-16.
- Oliveri, P.C., Castañeda M.E., González M.H., 2017. La variabilidad de la temperatura de la superficie del mar de los océanos en las costas de Argentina. *XXVIII Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas*. La Plata, Argentina.
- Podestá G., Messina C., Grondona M. y Magrin G., 1999. Associations between Grain Crop Yields in Central Eastern Argentina and El Niño-Southern Oscillation. *Journal of Applied Meteorology*, 30, 1488 – 1498.
- Preisendorfer, R.W., 1988. *Principal component analysis in Meteorology and Oceanography*. C. Mobley Ed., Elsevier.

- Ropelewski, C. F., y Halpert, M.S., 1987. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation, *Mon. Weather Rev.*, 115, 1606–1626.
- Rusticucci, M, Venegas, S. and Vargas, W., 2003. Warm and cold events in Argentina and their relationship with South Atlantic and South Pacific Sea surface temperatures. *Journal of Geophysical Research*, VOL. 108, NO. C11, 3356, doi:10.1029/2003JC001793, 2003.
- Vera, C. S., Silvestri, G. , Barros, V. y Carril , A., 2004. Differences in El Niño response over the Southern Hemisphere, *J. Clim.*, 17, 1741–1753.