

# **PATRONES DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR DEL PACÍFICO ASOCIADOS A LA OCURRENCIA DE EVENTOS COMPUESTOS CÁLIDOS Y SECOS EN SUDAMÉRICA**

**Soledad Collazo<sup>1</sup>, Mariana Barrucand<sup>1,2</sup>, Matilde Rusticucci<sup>1,2</sup>**  
scollazo@at.fcen.uba.ar

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (FCEyN, UBA)

<sup>2</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET-UBA)

**Palabras clave:** componentes principales, olas de calor y sequías, ENOS.

## **1) INTRODUCCIÓN**

El impacto de los eventos secos y cálidos compuestos suele ser más grave que el de un evento seco o cálido individual. Por lo tanto, entender los mecanismos físicos que conducen al desarrollo de estos eventos compuestos es de particular importancia para generar una alerta temprana, y así, reducir los impactos potenciales (Hao y otros, 2018).

El Océano Pacífico y sus modos de variabilidad, entre los que se destacan El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO), han sido vinculados con la ocurrencia de eventos extremos individuales (Grimm y Tedeschi, 2009; Collazo y otros, 2019). En todo el territorio sudamericano, las precipitaciones y la temperatura muestran una relación sustancial, aunque regionalmente diversa, con el ENOS. Por ejemplo, El Niño suele ir acompañado de sequías en el Amazonas y el noreste de Sudamérica, pero también de inundaciones en la costa occidental tropical y el sudeste de Sudamérica (Cai y otros, 2020).

El objetivo de este trabajo es obtener los patrones espaciales de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) en el Pacífico asociados a la ocurrencia de eventos compuestos cálidos y secos en Sudamérica tropical (al norte de 20°S) y extratropical (al sur de 20°S) en el periodo 1979-2014.

## **2) METODOLOGÍA**

Para definir los eventos compuestos, se utilizan datos diarios de temperatura máxima y datos mensuales de precipitación de la base de datos observacional grillada CPC y de reanálisis ERA5 en Sudamérica para el periodo 1979-2014 en el semestre de octubre a marzo. Asimismo, se usan datos mensuales de TSM del HadISST y ERA5 en el Océano Pacífico a partir de los cuales se estiman anomalías respecto del período 1981-2010.

Las condiciones de sequía se definen considerando los valores del Índice de Precipitación Estandarizado (SPI3) de 3 meses menor a -1. Los episodios de olas de calor se identifican considerando períodos de por lo menos 5 días consecutivos con la temperatura máxima diaria (Tx) por encima del percentil 90 de Tx para un día del calendario concreto (el percentil 90 se calcula sobre el período de referencia 1981-2010). Finalmente, un evento compuesto cálido y seco se define cuando se produce un episodio de ola de calor durante un periodo de sequía, es decir, se identifica la fecha de inicio de la ola de calor y si durante ese mes el SPI3 presenta valores menor a -1, entonces estamos ante la ocurrencia de un evento compuesto.

Luego, se identifican los 50 meses con mayor cantidad de puntos de grillas afectados por eventos compuestos para Sudamérica tropical y extratropical. Para obtener los principales patrones de variabilidad de las anomalías de TSM del Pacífico asociados a la ocurrencia de eventos compuestos en las dos subregiones, se aplican Funciones Ortogonales Empíricas Rotadas (REOF, por sus siglas en inglés) utilizando el método varimax para la rotación ortogonal.

### 3) RESULTADOS

Los patrones espaciales de las anomalías de TSM en el Pacífico asociados a la ocurrencia de eventos cálidos y secos en Sudamérica tropical se muestran en la Figura 1. La primera componente principal (PC1) explica un 34% de la varianza y muestra una configuración

similar a un evento El Niño. La PC1 presenta una correlación positiva con la ocurrencia de eventos compuestos en Sudamérica tropical con todos los eventos previos a 2003, es decir, que la fase El Niño, con su rama descendente de la celda Walker

sobre el Amazonas, inhibe la precipitación y favorece las sequías y las temperaturas elevadas. Del 2003 al 2014, algunos eventos compuestos en Sudamérica tropical ocurrieron bajo otras fases del ENOS, y se observa que comienzan a ser más relevantes los patrones PC2 y PC3, con los cuales la ocurrencia de eventos compuestos están inversamente asociados. Notar que la PC3 se corresponde con el patrón de la PDO en su fase positiva. La PC4 muestra, en general, poca asociación con los eventos compuestos y explica solo el 4,8% de la varianza.

La ocurrencia de eventos compuestos en el sur de Sudamérica se asocia con los patrones de anomalías de TSM que se muestran en la Figura 2. La PC1 presenta un patrón consistente con una fase negativa de PDO. Entre el 2007 y 2013, se observa que la mayoría de eventos compuestos están directamente asociados con la ocurrencia de una fase negativa de la

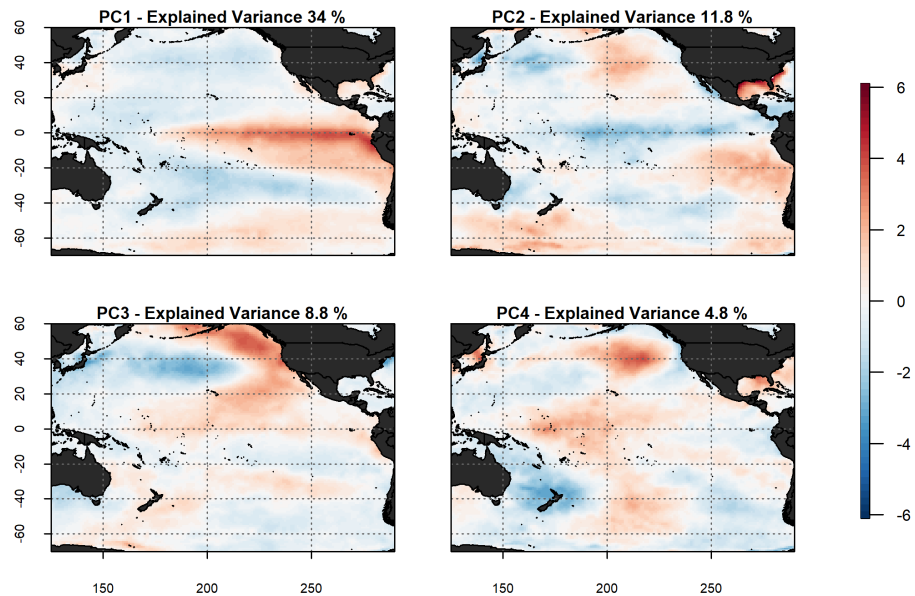


Figura 1: Componentes principales de las anomalías de temperatura superficial del mar asociados a la ocurrencia de eventos compuestos cálidos y secos entre Octubre-Marzo en Sudamérica tropical.

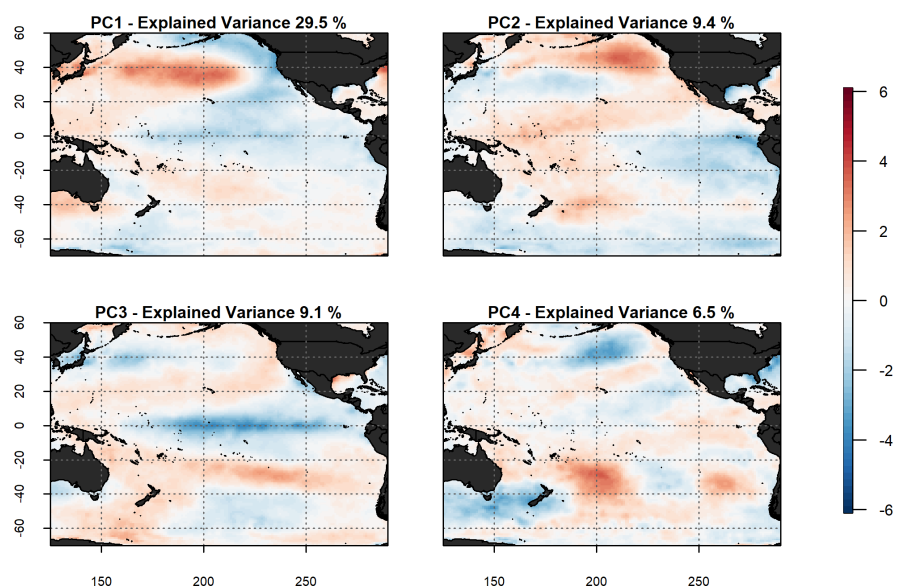


Figura 2: Idem Figura 1 para eventos compuestos en el sur de Sudamérica.

PDO. Asimismo se observa que los eventos ocurridos en los últimos dos años del periodo muestran intensas correlaciones positivas con PC2. La PC3 presenta un patrón más tipo La Niña y muestra, en general, asociaciones positivas con la ocurrencia de eventos cálidos y secos, por lo tanto, la fase La Niña tiende a favorecer la ocurrencia de eventos compuestos en el sur de Sudamérica. Finalmente, PC4 se correlaciona negativamente con algunos eventos de la década del 80.

Se repite el análisis con los datos del reanálisis ERA5. El mismo muestra patrones similares en Sudamérica tropical, mientras que para el sur de Sudamérica si bien los patrones son parecidos a los obtenidos en la Figura 2 presentan un ordenamiento distinto.

#### 4) CONCLUSIONES

Los impactos asociados a la ocurrencia de eventos cálidos y secos repercuten en un gran número de sectores socioeconómicos. Es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo obtener los principales patrones de las anomalías de TSM del Pacífico asociados a la ocurrencia de eventos compuestos.

Los resultados de este trabajo muestran que los eventos compuestos en Sudamérica tropical se ven favorecidos durante la fase El Niño, aunque en los últimos años la relación no es tan clara ya que se vuelven más relevantes otros dos patrones de anomalías de TSM: 1) caracterizado por condiciones cálidas en el Pacífico central y anomalías frías en las costas de Sudamérica y, 2) PDO en su fase negativa. La causa de esta variación temporal de las correlaciones con los patrones requiere de un estudio más detallado sobre posibles cambios en la circulación atmosférica asociada. Por otro lado, se observa que la ocurrencia de eventos compuestos en el sur de Sudamérica presenta una asociación con la fase negativa de la PDO y con la fase La Niña.

Este trabajo constituye el primer paso para mejorar el entendimiento de la ocurrencia de eventos cálidos y secos en Sudamérica. El vínculo con otras cuencas oceánicas y con la circulación atmosférica son los próximos pasos a explorar.

#### AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el CONICET PIP 0137-Res 4248/16 del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina; UBACyT 2018 20020170100357BA de la Universidad de Buenos Aires, Argentina; y PICT2019-2019-02933 de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, Argentina.

#### REFERENCIAS

**Cai, W., McPhaden, M.J., Grimm, A.M. y otros, 2020:** Climate impacts of the El Niño–Southern Oscillation on South America. *Nat Rev Earth Environ* 1, 215–23. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0040-3>

**Collazo, S., Barrucand, M., Rusticucci, M., 2019:** Summer seasonal predictability of warm days in Argentina: statistical model approach. *Theoretical and Applied Climatology*. doi:10.1007/s00704-019-02933-6

**Grimm, A. M., y Tedeschi, R. G., 2009:** ENSO and Extreme Rainfall Events in South America. *Journal of Climate*, 22(7), 1589–1609. doi:10.1175/2008jcli2429.1

**Hao, Z., Hao, F., Singh, V. P., y Zhang, X., 2018:** Quantifying the relationship between compound dry and hot events and El Niño–Southern Oscillation (ENSO) at the global scale. *Journal of Hydrology* 567, 332-338. doi:10.1016/j.jhydrol.2018.10.022