

# PATRONES DE CIRCULACIÓN SINÓPTICA DE OLAS DE CALOR REGIONALES EN EL SUR DE SUDAMÉRICA

Suli Solange<sup>1,2</sup>, Barriopedro David<sup>3</sup>, García-Herrera Ricardo<sup>3,4</sup>, Rusticucci Matilde<sup>1,2</sup>  
[ssuli@at.fcen.uba.ar](mailto:ssuli@at.fcen.uba.ar). Solange Suli.

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

<sup>2</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina

<sup>3</sup> Instituto de Geociencias (IGEO, CSIC-UCM), Madrid, España

<sup>4</sup> Universidad Complutense de Madrid (UCM), Facultad de Ciencias Físicas, Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica, Madrid, España

**Palabras clave:** reanálisis ERA5, mecanismos físicos.

## 1) INTRODUCCIÓN

Los eventos de temperatura extrema, como las olas de calor (OCs), y sus mecanismos físicos asociados han sido ampliamente estudiados en diferentes regiones del mundo (por ejemplo, Barriopedro et al., 2011; Liu et al., 2020; Wang et al., 2016). De hecho, se sabe que las OCs en latitudes medias generalmente se desencadenan por un patrón anticiclónico persistente en áreas de altas temperaturas (Perkins & Alexander, 2013; Stefanon et al., 2012). Al considerar la región del sur de Sudamérica (SSA), este patrón puede ser inducido por un desplazamiento hacia el oeste del anticiclón del Atlántico Sur (AAS) (Zeng et al., 2008). Algunos estudios también sugieren que la variabilidad intraestacional cobra un rol importante en la persistencia de las OCs de verano (Cerne & Vera, 2011). En este contexto y considerando la regionalización basada en el agrupamiento de estaciones con alta co-ocurrencia de OCs locales y la caracterización estadística espacio-temporal de las OCs previamente realizada, se encuentran los patrones de circulación sinóptica asociados a los eventos de OCs regionales en el SSA.

## 2) DATOS

Con el fin de estudiar las condiciones sinópticas durante los eventos de OC, se utilizaron datos diarios de altura geopotencial en 500 hPa (Z500), temperatura a 850 hPa (T850), presión del nivel del mar (SLP, por sus siglas en inglés), radiación de onda larga saliente (OLR, por sus siglas en inglés) y del viento horizontal en 700 y 850 hpa (u700, v700, u850 y v850) para las temporadas cálidas (TCs, octubre – marzo) del período 1979-2018 del reanálisis ERA5 a una resolución horizontal de 0,25° (Hersbach et al. 2020).

## 3) METODOLOGÍA

En el presente trabajo, se identificaron las OCs para cada estación meteorológica (OCs locales) como períodos de al menos tres días consecutivos (durante TCs) con temperatura máxima (TX) diaria superior al percentil 90 (Pc90) (TX90) del periodo 1981 - 2010. Luego, considerando la regionalización previamente obtenida, basada en el agrupamiento de estaciones meteorológicas con alta co-ocurrencia de OCs locales (Figura 1), se definieron OCs regionales como aquellos eventos en que al menos el 40% de las estaciones de la región considerada registraran simultáneamente días con OCs (d\_OCs) y esta condición persistía durante al menos

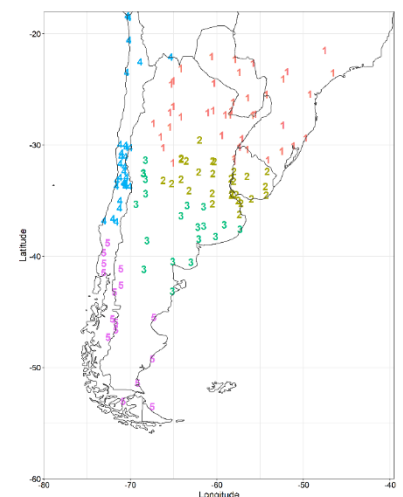


Figura 1: regionalización obtenida a partir del agrupamiento de estaciones meteorológicas con alta co-ocurrencia de OCs locales, numeradas del 1 al 5: C1-norte de SSA (NS), C2-centro-este de SSA (CES), C3-centro de Argentina y norte de la Patagonia argentina (CA), C4-centro y norte de Chile (CNCH), C5-Patagonia argentina y centro y sur de Chile, sur de SSA (SS).

tres días consecutivos. Para los eventos de OCs detectados en cada región, se realizaron campos meteorológicos medios. Además, se calcularon las anomalías diarias de las variables meteorológicas escogidas y sus significancias fueron evaluadas con la prueba de Monte Carlo (Gilks et al., 1995) con un nivel de significancia del 5%. Asimismo, se identificaron los eventos asociados a la corriente en chorro de capas bajas en Sudamérica (SALLJ, por sus siglas en inglés) aplicando el criterio de Bonner (Bonner, 1986) a los datos de ERA5. Esta metodología proporcionó la frecuencia relativa de los días con SALLJ durante los d\_OCs regionales, los cuales se compararon con la ocurrencia esperada (el porcentaje climatológico de días SALLJ en el TC).

#### 4) RESULTADOS

En primer lugar, los campos medios para los d\_OCs regionales basados en anomalías de T850 (sombreado, en Figura 2) y la frecuencia media local de d\_OCs para cada región (puntos, en Figura 2) muestran una coincidencia entre las regiones anómalamente cálidas ( $\sim 4\text{ }^{\circ}\text{C} - 6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y las estaciones con mayor frecuencia de d\_OCs. Además, el patrón de flujo atmosférico de niveles medios (Figura 3a) es similar para las regiones al norte de  $40^{\circ}\text{ S}$  (NS, CES, CA y CNCH). En general, se observa un patrón sinóptico común con un sistema de alta presión cuasi estacionario persistente (anomalías positivas de Z500), el cual promueve la advección anómalamente cálida y húmeda desde el norte en la troposfera media. El calentamiento observado es acompañado por un aumento de la subsidencia (calentamiento adiabático) y de la radiación de onda corta (Figura 3b), que indican una inhibición de la convección y condiciones de cielo claro en comparación con la climatología. Además, los eventos de OCs en estas regiones comparten patrones similares cerca de la superficie, incluyendo anomalías negativas de SLP corriente arriba y en el flanco noroeste del sistema anómalo de alta presión en la troposfera media. Esto sugiere el desarrollo y/o intensificación a barlovento de sistemas térmicos bajos (más evidentes en NS, CES y CA), con vientos del norte favoreciendo la advección cálida de niveles bajos hacia la región considerada. Este ambiente óptimo para las OCs se ve reforzado por la presencia y/o intensificación de eventos SALLJ (aumento

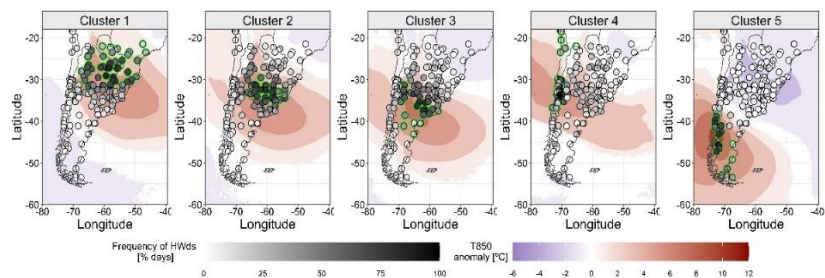


Figura 2: campos medios para eventos de OCs regionales de anomalías de T850 (sombreados) y frecuencia local media de d\_OCs (puntos). Los puntos con borde verde indican estaciones pertenecientes a la región en cuestión y los sombreados corresponden a regiones donde las anomalías son estadísticamente significativas en el 95%.

significativo de  $\sim 20 - 30\%$  en NS, CES y CA, Figura 3c), que promueven aún más el transporte de aire cálido y húmedo. La similitud hallada para NS, CES y CA sugiere que pequeños cambios en los patrones de circulación atmosférica pueden desencadenar OCs regionales en estas regiones adyacentes.

La región andina (CNCH), a diferencia de las otras regiones al norte de  $40^{\circ}\text{ S}$ , muestra una leve intervención de los eventos SALLJ (Figura 3c) y, en esta región las anomalías positivas de Z500 y negativas de SLP se extienden hacia el Océano Pacífico (Figura 3a), sugiriendo una posible participación de los sistemas de baja presión costeros y, por consecuencia, la advección cálida y húmeda del Océano (Garreaud et al., 2002). Las OCs regionales en la región más austral (SS) muestran características diferentes de las demás regiones consideradas. Estos eventos son principalmente impulsados por sistemas extratropicales que bloquean el flujo del oeste y presentan una estructura barotrópica, con anomalías significativas de alta presión en niveles bajos y medios de la troposfera. Además, se observan máximas anomalías positivas de

temperatura (de hasta 12 °C) sobre la Patagonia argentina y el sur de Chile. Asimismo, las anomalías positivas de OLR (Figura 3b) indican una reducción de la nubosidad (aumento de la radiación de onda corta en superficie) que, junto con la subsidencia, presentan un patrón típico de bloqueo (Sousa et al., 2019). Al igual que en otras regiones del SSA, el sistema de alta presión es el principal impulsor más inmediato de las OCs regionales en el SS y, en esta región, el LLJ no representa un forzamiento sinóptico de las OCs regionales.

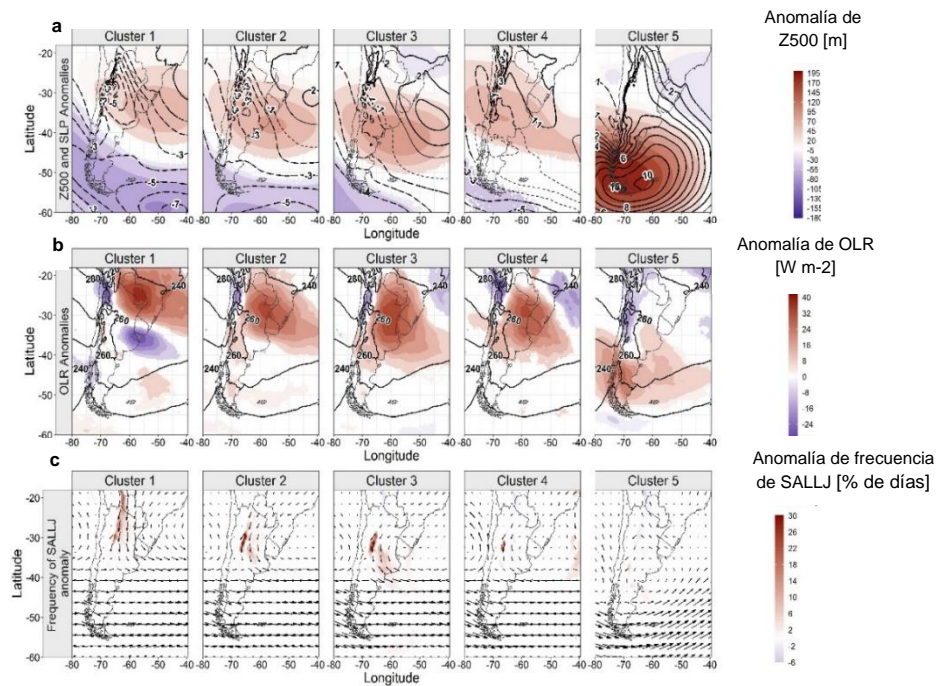


Figura 3: campos medios OCs regionales de a) altura geopotencial en 500 hPa (Z500) anomalías (sombreado) y presión del nivel del mar (SLP) (contornos), b) anomalías de radiación de onda larga saliente (OLR) (sombreado) y climatología (contornos) y c) anomalías de frecuencia de días con SALLJ (sombreado) y viento en 850 hPa (vectores) para cada región para las TCs durante 1979 – 2018. Los sombreados y los contornos más gruesos (para SLP, en a)) indican regiones donde las anomalías son estadísticamente significativas en el 95%.

## 5)CONCLUSIONES

En conclusión, para las regiones al norte de 40°S pequeños cambios en los patrones anómalos de circulación pueden desencadenar OCs en cada una de las regiones en cuestión. Además, las OCs pertenecientes a la región más austral (SS) muestran características diferentes a las demás regiones, principalmente vinculadas, a un bloqueo del flujo del oeste.

## Agradecimientos

CONICET PIP0333, UBACyT 2018 20020170100357BA, i-COOP+2020 COOPA20440.

## REFERENCIAS

- Barriopedro, D., Fischer, E. M., Luterbacher, J., Trigo, R. M., & García-Herrera, R., 2011: The hot summer of 2010: Redrawing the temperature record map of Europe. *Science*, 332(6026), 220–224.
- Bonner, W. D., 1968: Climatology of the low level jet. *Monthly Weather Review*, 96(12), 833–850.
- Cerne, S. B., & Vera, C. S., 2011: Influence of the intraseasonal variability on heat waves in subtropical South America. *Climate Dynamics*, 36(11–12), 2265–2277. <https://doi.org/10.1007/s00382-010-0812-4>
- Garreaud, R. D., Rutllant, J. A., & Fuenzalida, H., 2002: Coastal Lows along the Subtropical West Coast of South America: Mean Structure and Evolution.
- Gilks, W. R., Richardson, S., & Spiegelhalter, D., 1995: *Markov chain Monte Carlo in practice*. CRC press.
- Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., et al., 2020: The ERA5 global reanalysis. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 146(730), 1999–2049.
- Liu, X., He, B., Guo, L., Huang, L., & Chen, D., 2020: Similarities and Differences in the Mechanisms Causing the European Summer Heatwaves in 2003, 2010, and 2018. *Earth's Future*, 8(4). <https://doi.org/10.1029/2019EF001386>
- Perkins, S. E., & Alexander, L. V., 2013: On the measurement of heat waves. *Journal of Climate*, 26(13), 4500–4517.
- Sousa, P. M., Barriopedro, D., Ramos, A. M., et al, 2019: Saharan air intrusions as a relevant mechanism for Iberian heatwaves: The record breaking events of August 2018 and June 2019. *Weather and Climate Extremes*, 26.
- Stefanon, M., Dandrea, F., & Drobinski, P., 2012: Heatwave classification over Europe and the Mediterranean region. *Environmental Research Letters*, 7(1). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/1/014023>
- Wang, W., Zhou, W., Li, X., et al., 2016: Synoptic-scale characteristics and atmospheric controls of summer heat waves in China. *Climate Dynamics*, 46(9–10), 2923–2941. <https://doi.org/10.1007/s00382-015-2741-8>
- Zeng, N., Yoon, J. H., Marengo, J. A., et al, 2008: Causes and impacts of the 2005 Amazon drought. *Environmental Research Letters*, 3(1). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/3/1/014002>