

CAMBIOS EN LOS PATRONES DE CIRCULACIÓN ASOCIADOS A LA PERSISTENCIA DE HELADAS GENERALIZADAS EN LA PAMPA HÚMEDA

Marilia de Abreu Gregorio^{1,2}, Gabriela V. Müller^{1,2}
marilia.ag@gmail.com

¹Centro de Estudios de Variabilidad y Cambio Climático Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral (CEVARCAM-FICH-UNL)

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Palabras clave: eventos extremos, circulación general, climatología

1) INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas los eventos extremos, como las olas de calor y frío, tuvieron un cambio significativo en su intensidad y frecuencia, debido al cambio climático (Perkins et al., 2012; Donat et al., 2013). En particular distintas regiones de Sudamérica se vieron afectadas por los cambios en los extremos diarios de temperatura (Vincent et al. 2005; Alexander et al., 2006). La literatura muestra una disminución de número de días fríos y un aumento en la ocurrencia de noches cálidas en el este de América del Sur (Rusticucci et al., 2010; Marengo et al. 2010). Además, Rusticucci y Barrucand (2004) indicaron un aumento de las noches cálidas y una disminución de las noches frías en Argentina. Los cambios observados en las últimas décadas en los eventos extremos de temperatura, y en particular en la temperatura mínima, podrían también verse reflejados en las heladas. Nuestro interés es evaluar si las heladas generalizadas en la Pampa Húmeda (HG) han sufrido cambios producto de modificaciones en los patrones de circulación asociados a la persistencia de las mismas.

2) METODOLOGÍA

Se utilizaron datos de temperatura mínima diaria de 37 estaciones sinópticas y climatológicas ubicadas en la región de la Pampa Húmeda (29°- 40°S, 65°- 57°W) del Servicio Meteorológico Nacional y del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, para el período 1961-2020. Un evento de helada generalizada (HG) se define cuando más del 75% de las estaciones meteorológicas reportan heladas meteorológicas (Müller et al., 2000). La persistencia de las HG se define a partir del número de días consecutivos al primer día del evento, el cual se denomina día 0 (Müller y Berri, 2007); por lo tanto, 1 día de persistencia (1DP) indica que la HG duró 2 días consecutivos, 2 días de persistencia (2DP) indica 3 días consecutivos de HG. Para el análisis de los patrones de circulación se utilizó el Reanálisis 1 ([/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html](http://data/gridded/data.ncep.reanalysis.html)) para las variables: viento zonal (250 hPa), viento meridional (250 y 850 hPa) y omega (500 hPa), en dos periodos 1961-1990 y 1991-2020. Las anomalías de estas variables se calcularon respecto al período 1961-2020.

3) RESULTADOS

El número de eventos de HG se agrupó según su persistencia en cada periodo analizado (Tabla I). Como es de esperar, el número de eventos de 2DP es inferior al de 1DP. En el período 1961-1990 hubo menos eventos de 1DP que en el período 1991-2020, siendo la diferencia de 6 eventos. Por otro lado, en el período 1961-1990 el número de eventos de 2DP fue ligeramente superior al del período 1991-2020.

	1961-1990	1991-2020
1 DP	19	25
2 DP	8	6

Tabla I: Número de eventos de HG de acuerdo con los días de persistencia (DP) para cada período.

Se realizaron composiciones de los eventos para cada grupo, 1DP y 2DP, en cada uno de los periodos analizados (Fig. 1 y Fig. 2, respectivamente). Para el campo de viento meridional se hizo la diferencia de las anomalías entre los dos periodos de análisis. Para los campos de viento zonal, vector viento y omega se analizaron las anomalías de cada período. En las Figuras 1a y 1b se muestran las diferencias entre los períodos del campo de viento meridional en 250 hPa para el día -2 y 0. Se observa un tren de ondas de Rossby muy bien organizado en latitudes medias que se propaga, desde el océano Pacífico

hasta el continente a lo largo del jet subtropical en los días previos al evento (Fig. 1a) hasta el inicio del evento (Fig. 1b). Una configuración similar se aprecia en niveles bajos (no se muestra). En el día 0 (Fig. 1b) las anomalías se encuentran más al sur del continente, lo que facilita la penetración de aire frío en la región de la Pampa Húmeda. Las anomalías son positivas, indicando que hubo un fortalecimiento en el período 1991-2020. Además, la posición del tren de ondas se encuentra más al sur en relación a su posición climatológica.

En las figuras 1c y 1d se muestran las anomalías del viento zonal y el vector viento en 250 hPa y las anomalías de omega en 500 hPa del día -2 para los períodos 1961-1990 y 1991-2020. El jet subtropical se encuentra más al sur y presenta un máximo con mayor intensidad en el período 1991-2020. En ambos períodos se ve la presencia de la confluencia en la entrada del jet subtropical (ilustrada con flechas gruesas), pero en el período 1991-2020 la misma se encuentra más al sur del continente. De acuerdo con Müller y Berri (2007), esa configuración favorece la subsidencia en latitudes medias e intensifica el anticiclón en superficie que, a su vez, favorece su incursión ecuatorial. En la misma figura, también se ve la presencia de un jet polar a sudoeste del continente más intenso en el período 1991-2020. Con respecto a las anomalías de omega, se aprecia que el período 1991-2020 presenta mayores valores, así como una mayor área de anomalías positivas sobre el oeste del continente y Océano Pacífico este, que en el período 1961-1990. En el día 0 (no se muestra), se aprecia el mismo patrón, pero con anomalías positivas sobre la región de la Pampa Húmeda, favorecida por la confluencia en la entrada del jet subtropical.

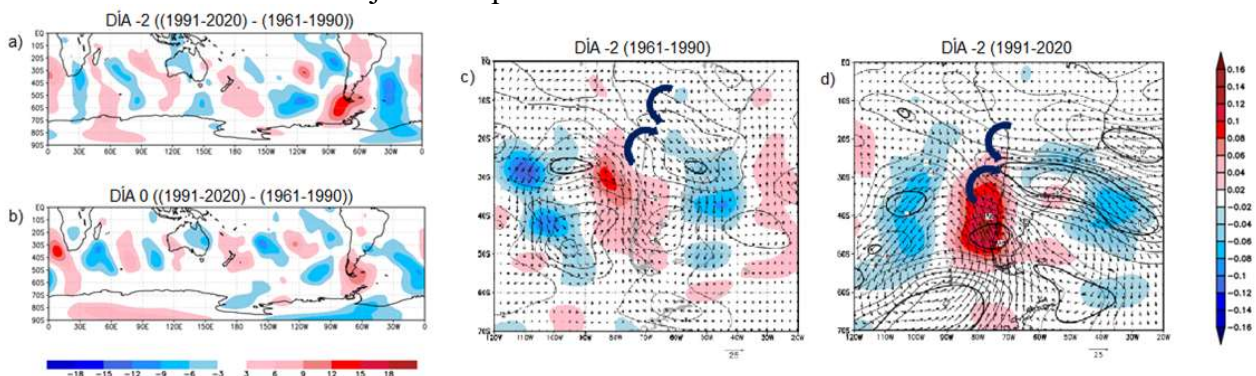


Figura 1: Composiciones para 1DP. Diferencia de las anomalías de viento meridional en 250 hPa (valores positivos en rojo y valores negativos en azul) entre los períodos 1991-2020 y 1961-1990, día -2 (a) y día 0 (b). Anomalías de viento zonal (valores positivos en líneas llenas y valores negativos en líneas punteadas) y vector viento en 250 hPa, omega en 500 hPa (valores positivos en rojo y valores negativos en azul) para el día -2 del período 1961-1990 (c) y 1991-2020 (d). Las líneas llenas gruesas representan la significancia estadística. Las flechas gruesas indican la confluencia.

En la Figura 2a y 2b se muestra la diferencia entre los dos períodos de las anomalías de viento meridional en 250 hPa para el día -3 y el día 0 de los eventos 2DP. Se observa la presencia de un doble tren de ondas de Rossby a lo largo del jet subtropical y a lo largo del jet polar, que se propaga hacia el este en el día -3 (Fig. 2a). Esta configuración hace que la circulación sea más meridional, llevando aire del sur hacia el continente. Esta estructura del flujo se extiende por toda la troposfera hasta los niveles bajos (no se muestra). Entre el día -2 y el día -1 (no se muestra) los trenes de onda se unen en una única fase cerca del continente, tornándose una circulación anticiclónica como se ve en el día 0 (Fig. 2b) que permanece hasta el final del evento en el día 2 (no se muestra). Estos resultados fueron descritos por Müller y Berri (2007) para el período 1961-1990, que es el que usamos de referencia en este trabajo. Los valores positivos de anomalías de viento meridional indican que en el período 1991-2020 hubo una intensificación de las mismas.

La Figura 2c y 2d presenta las anomalías del viento zonal y del vector viento en 250 hPa, así como las anomalías de omega en 500 hPa para el día 0 de los períodos 1961-1990 y 1991-2020. En los dos períodos se observa la confluencia en la entrada del jet más al oeste del continente. Del mismo modo que ocurre en los eventos de 1DP, la confluencia acelera el jet generando una circulación secundaria y intensificando el anticiclón en superficie. Pero en los eventos de 2DP, la subsidencia hace que el anticiclón permanezca por más tiempo sobre el continente (Müller y Berri, 2007). Se aprecia que las anomalías del viento zonal relacionadas con el jet subtropical y al jet polar en el período 1991-2020

(Fig. 2d) son más intensas con relación al período 1961-1990 (Fig. 2c). Además, el jet polar se encuentra más al sudeste que en el período 1991-2020 (Fig. 2d). Otra diferencia observada entre los dos períodos es que las anomalías positivas de omega en 500 hPa, que representan subsidencia, son más intensas en el período 1991-2020.

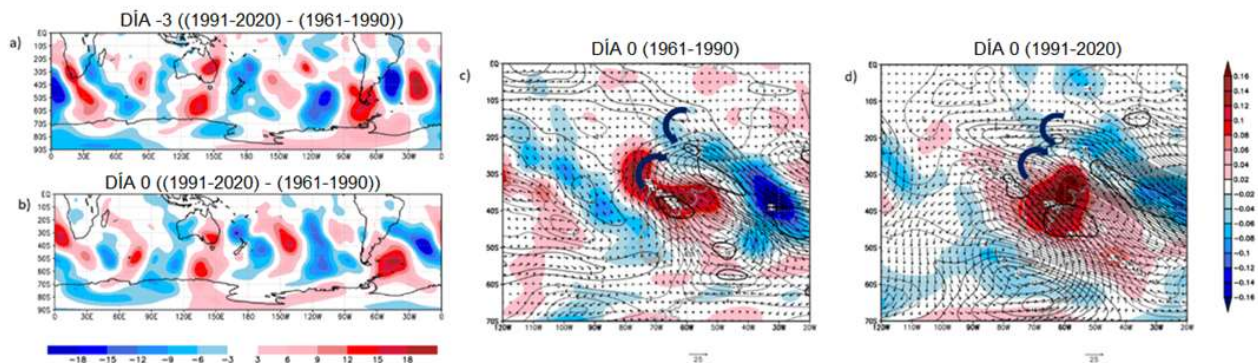


Figura 2: Composiciones para 2DP. Diferencia de las anomalías de viento meridional en 250 hPa (valores positivos en rojo y valores negativos en azul) entre los períodos 1991-2020 y 1961-1990, día -3 (a) y día 0 (b). Anomalías de viento zonal (valores positivos en líneas llenas y valores negativos en líneas punteadas) y vector viento en 250 hPa, omega en 500 hPa (valores positivos en rojo y valores negativos en azul) para el día -2 del período 1961-1990 (c) y 1991-2020 (d). Las líneas llenas gruesas representan la significancia estadística. Las flechas gruesas indican la confluencia.

4) CONCLUSIONES

Se analizaron los cambios en la circulación atmosférica que ocurrieron entre los períodos 1961-1990 y 1991-2020. Los resultados muestran que tanto en 1DP como en 2DP en ambos períodos, se aprecia una confluencia en la entrada del jet subtropical, para los eventos de 1DP la confluencia se encuentra más al este del continente y para los eventos de 2DP la confluencia se localiza más al oeste tal como fue demostrado por Müller y Berri (2007).

Al comparar los dos períodos se verificó que no hubo cambios en la configuración de los patrones de trenes de ondas, así como en los de la confluencia del flujo del viento para 1DP y 2DP. Sin embargo, se encontró que en el período 1991-2020, las anomalías analizadas son más intensas y están localizadas más al sur. Además, aunque no sea un número considerable, hubo un aumento de los eventos de HG de 1DP, mientras que hubo una disminución de los eventos de HG de 2DP. Tales características podrían ser consecuencia de un calentamiento troposférico superior, tal como lo muestran Grise et al., (2018) para las últimas décadas, que hace que la celda de Hadley se desplace a los polos (Gillett y Stott, 2009), y por ende el jet subtropical, facilitando la propagación de las clásicas ondas de Rossby, asociadas a los eventos de 1DP (Müller y Berri, 2007).

Se puede concluir que en las últimas décadas la circulación atmosférica asociada a los eventos de 1DP y 2DP, muestra algunos cambios referidos a la intensificación y localización de las variables del campo de movimiento.

REFERENCIAS

- Alexander, L. V., y co-autores, 2006: Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 111, pp. 1-22.
- Donat, M. G., y co-autores., 2013: Updated analyses of temperature and precipitation extreme indices since the beginning of the twentieth century: The HadEX2 dataset. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(5), 2098-2118.
- Gillett, N., y P. Stott, 2009: Attribution of anthropogenic influence on seasonal sea level pressure, *Geophys. Res. Lett.*, 36, L23709
- Grise, K. M. S. M. Davis, P. W. Staten, and O. Adam, 2018: Regional and seasonal characteristics of the recent expansion of the tropics. *J. Climate*, 31, 6839-6856.
- Marengo, J. A., Rusticucci, M., Penalba, O., y Renom, M., 2010: An intercomparison of observed and simulated extreme rainfall and temperature events during the last half of the twentieth century: part 2: historical trends. *Climatic Change*, 98(3), 509-529.
- Müller, G. V. y Berri, G. J., 2007: Atmospheric circulation associated with persistent generalized frosts in central-southern South America. *Monthly Weather Review*, 135(4):1268-1289.
- Müller, G. V., Nuñez, M. N., y Seluchi, M., E. 2000: Relationship between ENSO cycles and frost events within the Pampa Humeda region. *International journal of climatology*, 20(13):1619-1637.
- Perkins, S. E., Alexander, L. V., y Nairn, J. R., 2012: Increasing frequency, intensity and duration of observed global heatwaves and warm spells. *Geophysical Research Letters*, 39(20).
- Rusticucci, M., y Barrucand, M., 2004: Observed trends and changes in temperature extremes over Argentina. *Journal of Climate*, 17(20), 4099-4107.
- Rusticucci, M., J. Marengo, O. Penalba, y M. Renom, 2010: An intercomparison of model-simulated in extreme rainfall and temperature events during the last half of the twentieth century. Part 1: mean values and variability. *Climatic Change*, 98, pp. 493-508
- Vincent, L. A., y co-autores, 2005: Observed trends in indices of daily temperature extremes in South America 1960-2000. *J. Clim.*, 18, pp. 5011-5023