



## FENÓMENOS DE ESCALA PLANETARIA Y SU RELACIÓN CON LAS HELADAS GENERALIZADAS MÁS PERSISTENTES EN LA PAMPA HÚMEDA

Marilia de Abreu Gregorio <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas – Universidad Nacional de La Plata

<sup>2</sup> Centro de Estudios de Variabilidad y Cambio Climático (CEVARCAM) - Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).  
Director/a: Müller, Gabriela V.

Área: Ciencias Exactas

Palabras claves: heladas generalizadas, ondas de Rossby, vorticidad potencial isentrópica

### INTRODUCCIÓN

Las heladas son eventos extremos que afectan las actividades humanas y económicas, causando impactos y pérdidas en diversos sectores. En particular, las heladas generalizadas que ocurren en la Pampa Húmeda (HG) son de interés porque su amplia cobertura espacial permite la identificación de fenómenos de gran escala, causando un gran impacto en la región (Müller et al., 2000). Para los inviernos con mayor frecuencia de ocurrencia de GG, Müller et al. (2005) mostraron que los trenes de ondas Rossby que se propagan a lo largo del Océano Pacífico aceleran el jet subtropical cuando llegan a América del Sur. Esta intensificación influye en propagación a corriente abajo de los trenes de ondas, que, a la vez, condicionan la penetración latitudinal de los sistemas sinópticos en el continente (Müller y Berri, 2007). Esta estructura condiciona a su vez la persistencia de las heladas en la Pampa Humeda (Müller y Berri, 2012).

Kiladis (1998) estudió la actividad de las ondas de Rossby y verificó que estas ondas están asociadas a intrusiones de alta vorticidad potencial (VP) en latitudes bajas, y su propagación hacia el ecuador es capaz de modular la estabilidad atmosférica y los movimientos verticales en la atmosfera. Esta distorsión de los contornos de VP fue denominada “quiebra de ondas de Rossby”, la cual se caracteriza por la rápida deformación de la vorticidad potencial y por la mezcla del aire extratropical y el tropical (McIntyre y Palmer, 1983).

Título del proyecto: ASPECTOS DINÁMICOS LINEALES Y NO LINEALES PRECURSORES DE LA OCURRENCIA DE HELADAS GENERALIZADAS EN LA PAMPA HÚMEDA

Instrumento: CONICET

Año convocatoria: 2017

Organismo financiador: CONICET

Director/a: Müller, Gabriela V.



100



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL LITORAL

## OBJETIVOS

Evaluar si existe relación entre quebras de ondas de Rossby y los eventos más persistentes de HG, y analizar los mecanismos dinámicos que intervienen en dicho proceso.

## METODOLOGÍA

La región de estudio es la Pampa Húmeda que se encuentra en el centro-este de Argentina ( $29^{\circ}$ - $40^{\circ}$ S,  $65^{\circ}$ - $57^{\circ}$  W) y fueron utilizados los datos de temperatura mínima diaria de 37 estaciones sinópticas y climatológicas ubicadas en la región, que son operadas por el Servicio Meteorológico Nacional y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, ambos de Argentina, para el período 1980-2017. Las heladas se definen cuando la temperatura mínima es igual o inferior a  $0^{\circ}$ C y se producen entre los meses de junio, julio y agosto. Un evento se define HG cuando más del 75% de las estaciones meteorológicas reportan heladas (Müller et al., 2000). La persistencia de un evento HG se define como el número de días consecutivos al primer día del evento, definido como el día 0 (Müller y Berri, 2007). Los eventos donde las heladas ocurrieron solo 1 día (día 0) se consideran eventos sin persistencia. La persistencia de 1 día indica que la HG duró 2 días consecutivos; la persistencia de 2 días indica 3 días consecutivos de HG, y así sucesivamente.

Waugh y Polvani (2000) definieron que una intrusión se caracteriza por una alta vorticidad potencial isentrópica ( $VPI > 2 \times 10^{-6} \text{ K m}^2 \text{ s}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ ), generalmente en la superficie isentrópica de 350 K ( $> 200 \text{ hPa}$ ), que penetra en la región tropical. La utilización de VPI es muy importante porque es conservativa y funciona como una variable trazadora de disturbios que sigue las superficies isentrópicas, trayendo así información vertical y horizontal en un mismo trazado, lo que no es posible observarse en superficies isobáricas (Tomas y Webster, 1994). Por lo tanto, en este trabajo, el VPI fue utilizado para visualizar la propagación y la quiebra de las ondas de Rossby asociadas a los eventos más persistentes de HG. El cálculo de VPI se realiza a partir de los campos de viento y temperatura a niveles isobáricos que se interpolan en la superficie de 350 K, según Hoskins et al. (1985). Los cambios típicos de VP dentro de la tropopausa son de 1 (aire troposférico) a 4 (aire estratosférico) unidades de VP ( $10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} \text{ K kg}^{-1}$ ). En el presente estudio utilizamos contornos de 1 VP, siguiendo la metodología de Barbosa (2006). Los datos utilizados provienen de los reanálisis Japoneses JRA-55 (Japan Meteorological Agency, 2013).

## CONCLUSIONES

En este trabajo, se analizaron las quebras de ondas de Rossby en el Océano Pacífico antes y durante los eventos de HG más persistentes en el período 1980-2017.

Los eventos de HG se seleccionaron de acuerdo con su persistencia y en todos ellos hubo asociado episodios de intrusión en el Océano Pacífico días antes o después de HG. Los eventos HG más persistentes ocurrieron el 5 de julio de 1988 (8 días de persistencia) y el 1 de julio de 2011 (5 días de persistencia) y en ambos casos se observó una intrusión en el Pacífico oriental en los días anteriores y también durante el evento de HG. Por lo tanto, se analizaron los episodios de intrusión en los días previos y durante cada uno de dichos eventos de HG.



Federación  
Universitaria  
del Litoral

100



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL LITORAL

El campo de VPI en 350 K para el evento de 05/07/1988 (Figura 1), en los 2 días previos al inicio de la HG (Figura 1a), muestra la presencia de una quiebra de ondas de Rossby en el Océano Pacífico oriental. En los días siguientes, incluso en el día en que comienza HG (día 0, figura 1b), no se observaron ondulaciones significativas en el dominio estudiado. Sin embargo, el día 4 (figura 1c) comienza otra quiebra de onda de Rossby en el Océano Pacífico, debido que la VPI muestra una elongación en las superficies isentrópicas. Esta configuración se sostiene durante los días siguientes hasta el final del evento HG. Por otra parte, en el análisis del vector del viento es posible observar una confluencia que ocurre en la región de la entrada del máximo del jet subtropical, localizado sobre el lado occidental del continente Sudamericano, con una rama del noroeste y otra del sudoeste, 2 días antes del evento HG. La confluencia acelera el jet subtropical al inducir una circulación meridional secundaria con la rama ascendente en el lado ecuatorial y la rama descendente en el lado polar del jet subtropical. Esta circulación causada por la aceleración del jet profundiza la subsidencia, intensificando el anticiclón de bajos niveles afectando la región del centro y noreste de Argentina que provoca las HG (Müller y Berri, 2007, 2012)

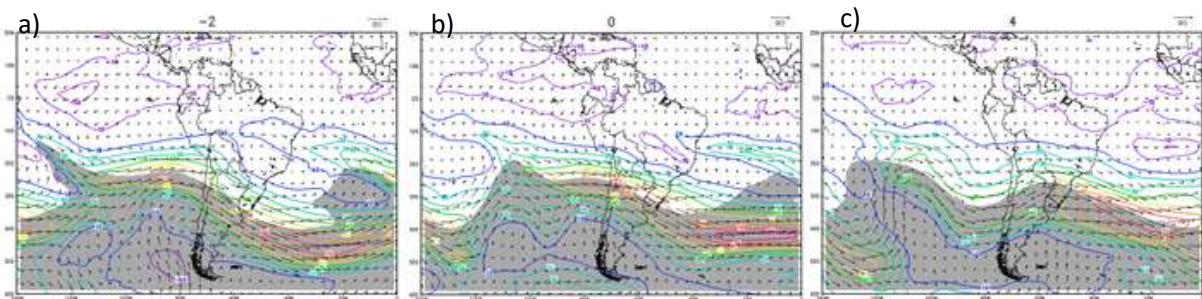


Figura 1: Vorticidad Potencial Isentrópica ( $10^{-6}\text{Km}^2 \text{s}^{-1}\text{kg}^{-1}$ ) en el nivel de 350K, vector viento y viento zonal (m/s) en 250 hPa, para (a) día -2, (b) día 0 e (c) día 4.

En los análisis de los campos de VPI para el evento de HG que ocurrió el 01/07/2011 (figura 2) se observó que dos días previos (figura 2a) al inicio de HG hubo quiebra de ondas de Rossby. Posteriormente, en el día 3 (figura 2c) después del inicio de la HG, nuevamente en el Pacífico oriental las isolíneas de VPI se elongan, lo cual generó un evento de intrusión que persistió hasta el último día de la HG. Para este evento también existe la confluencia en la región de entrada del jet al oeste del continente, favorecido por la doble intrusión que ocurre corriente arriba de dicha confluencia y que mantiene la aceleración del jet en dicha región. Esto provoca una circulación transversal al mismo, que profundiza el anticiclón que actúa en la región de estudio.

En suma, en los dos eventos estudiados se observó la presencia de intrusión antes y durante dichos eventos y que la misma contribuye a la confluencia del flujo en la región de entrada del máximo del jet subtropical al oeste del continente, en los días previos al inicio del evento de HG, así como también durante el mismo. La presencia de intrusiones durante los eventos HG sugiere que este es un mecanismo dinámico que favorece la persistencia del evento. Por lo tanto, se concluye que la mayor persistencia de los días de HG está relacionada con la presencia de quiebras de ondas de Rossby en los días previos y durante los eventos de HG.

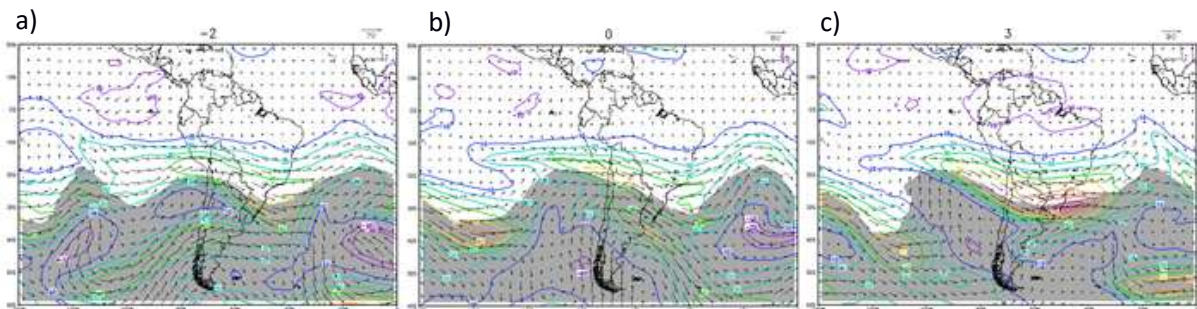


Figura 2: Vorticidad Potencial Isentrópica ( $10^{-6}\text{Km}^2 \text{s}^{-1}\text{kg}^{-1}$ ) en el nivel de 350K, vector viento y viento zonal (m/s) en 250 hPa, para (a) día -2, (b) día 0 e (c) día 3.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Barbosa, T. F.**, 2006. Intrusão de vorticidade potencial na alta troposfera sobre o Atlântico Tropical Sul e sua relação com a precipitação no NE do Brasil. – São José dos Campos: INPE, 118p. ; (INPE-14170-TDI/1087)
- Hoskins, B. J., McIntyre, M. E., y Robertson, A. W.**, 1985. On the use and significance of isentropic potential vorticity maps. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 111(470), 877-946.
- Japan Meteorological Agency/Japan**, 2013, JRA-55: Japanese 55-year Reanalysis, Daily 3-Hourly and 6-Hourly Data, <https://doi.org/10.5065/D6HH6H41>, Research Data Archive at the National Center for Atmospheric Research, Computational and Information Systems Laboratory, Boulder, Colo. (Updated monthly.) Accessed 30/05/2019.
- Kiladis, G. N.**, 1998. Observations of Rossby waves linked to convection over the eastern tropical Pacific. Journal of the atmospheric sciences, 55(3), 321-339.
- McIntyre, M. E., y Palmer, T. N.**, 1983. Breaking planetary waves in the stratosphere. Nature, 305(5935), 593.
- 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.
- 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., y Berri, G. J.**, 2012. Atmospheric circulation associated with extreme generalized frosts persistence in central-southern South America. Climate Dynamics, 38(5-6), 837-857.
- Tomas, R. A., y Webster, P. J.**, 1994. Horizontal and vertical structure of cross-equatorial wave propagation. Journal of the atmospheric sciences, 51(11), 1417-1430.
- Waugh, D. W., y Polvani, L. M.**, 2000. Climatology of intrusions into the tropical upper troposphere. Geophysical Research Letters, 27(23), 3857-3860.