

# ACOPLAMIENTO TROPOSFERA-ESTRATOSFERA EN EL HEMISFERIO SUR Y SU INFLUENCIA EN LAS ANOMALIAS CLIMATICAS DE SUDAMÉRICA

Nahuel Gómez<sup>1,2,3</sup>, Marisol Osman<sup>1,2,3</sup>, Carolina Vera<sup>1,2,3</sup>

[nahuel.gomez@cima.fcen.ubar.ar](mailto:nahuel.gomez@cima.fcen.ubar.ar)

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

<sup>2</sup> CONICET – Universidad de Buenos Aires. Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA). Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> CNRS – IRD – CONICET – UBA. Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (IRL 3351 IFAECI). Buenos Aires, Argentina.

**Palabras clave:** Vórtice estratosférico polar,

La estratósfera es la capa de la atmósfera que está ubicada por encima de la troposfera, donde los sistemas meteorológicos ocurren día a día. Por otro lado, la estratósfera es muy poco densa, muy seca, altamente estratificada y estable, con fuertes vientos por lo que es una región que no favorece la dinámica que caracteriza a los sistemas sinópticos troposféricos. Sin embargo, en las últimas dos décadas se ha encontrado evidencia, tanto observacional como en modelos, que sugiere que la estratósfera puede tener influencia sobre el flujo troposférico en distintas escalas temporales (Kidston et al 2015), tanto en el hemisferio norte (HN) (Baldwin y Dunkerton 2001) como en el hemisferio sur (HS) (Thompson et al 2005).

En el HS durante el invierno, la estratósfera polar es muy fría y está dominada por un flujo anular en torno al polo con vientos del oeste muy intensos. Esta estructura de vientos es conocida como *vórtice estratosférico polar* (VEP). Al final de la primavera y comienzos del verano el VEP colapsa y ocurre lo que se denomina «rompimiento del vórtice». Esto ocurre por acción conjunta de la radiación solar (que debilita al jet estratosférico al calentar la región polar) y la actividad del rompimiento de las ondas planetarias sobre el flujo medio (cuya propagación vertical es favorecida en el VEP más débil de la primavera). Durante esta transición de régimen (vientos del oeste en invierno y vientos del este en verano) es cuando la variabilidad estratosférica se maximiza (Thompson y Wallace, 2000) y la influencia sobre la troposfera se vuelve más evidente. Esta influencia de origen dinámico se la llama comúnmente *acoplamiento troposfera-estratosfera* (ATE). Byrne et al (2017) mostró que el ATE en el HS se organiza año a año en torno a la *fecha del rompimiento del vórtice* (FRV). En otras palabras, la variabilidad de la circulación zonal media en latitudes altas de la troposfera está afectada por la variabilidad interanual de la FRV inducida por la variabilidad del VEP a lo largo del invierno.

Actualmente no existe un protocolo consensuado para definir a la FRV (Butler y Domeisen, 2021). La mayoría de las métricas detectan a la FRV cuando la media zonal del viento zonal en la estratósfera cae por debajo de cierto umbral, algunos estudios han utilizado múltiples niveles (Hardiman et al; 2011) y otros un solo nivel pero a distintos niveles y umbrales (Black y McDaniel, 2007; Byrne et al 2017). Por ejemplo, es común utilizar el conjunto de parámetros 60° de latitud, nivel en 10 hPa y un umbral de viento de 0 ms<sup>-1</sup>, valores consistentes con el protocolo de detección de *calentamientos estratosféricos repentinos* (CERs) en el HN (fenómenos que constituyen la principal fuente de variabilidad

estratosférica interanual en ese hemisferio) y que se considera que es una métrica que captura de forma óptima la variabilidad dinámica de la estratósfera y el impacto de los CERs en superficie (Butler y Gerber; 2017). Por otro lado, otros autores han preferido utilizar el nivel de 50 hPa y un umbral de  $10 \text{ ms}^{-1}$  sugiriendo que este nivel podría reflejar mejor las retroalimentaciones químicas-climáticas asociadas con las tendencias en el ozono (Butler y Domeisen 2021). Sin embargo, no existe ningún trabajo de optimización que busque identificar qué región del espacio de parámetros sea la más adecuada, tanto para representar el rompimiento del vórtice estratosférico como para maximizar la señal de la influencia de la estratósfera sobre la troposfera en el HS. En este estudio, se provee un análisis sistemático de los parámetros óptimos de latitud, nivel y umbral de viento con el objetivo de encontrar la combinación de parámetros que mejor identifican el cambio de régimen en la estratósfera y que a su vez maximicen la señal del ATE en el HS.

Si bien la influencia de la estratósfera sobre la circulación troposférica a gran escala es reconocida, no existen actualmente trabajos que se enfoquen específicamente en la influencia de este forzante remoto sobre la región de Sudamérica. Mediante el empleo de reanálisis, en este trabajo se utilizará el protocolo de detección de la FRV previamente descrito para clasificar a cada año del periodo de estudio en años con una “FRV temprana” y una “FRV tardía”. Luego, en función de esta clasificación se realizarán composiciones de las variables que describen la circulación del HS, se analizará la dinámica asociada a esta circulación y la influencia sobre el clima de Sudamérica.

## REFERENCIAS

**Baldwin, M. P., y T. J. Dunkerton, 2001:** *Stratospheric harbingers of anomalous weather regimes*. Science, 294 (5542), 581–584.

**Black, R. X., y B. A. McDaniel, 2007:** *Interannual variability in the southern hemisphere circulation organized by stratospheric final warming events*. Journal of the Atmospheric Sciences, 64 (8), 2968 – 2974.

**Butler, A. H. y D. I. V. Domeisen, 2021:** *The wave geometry of final stratospheric warming events*, Weather and Climate Dynamics, 2, 453–474.

**Butler, A. H., y E. P. Gerber, 2018:** *Optimizing the definition of a sudden stratospheric warming*. Journal of Climate, 31 (6), 2337–2344.

**Byrne, N. J., T. G. Shepherd, T. Woollings y R. A. Plumb, 2017.** *Nonstationarity in Southern Hemisphere Climate Variability Associated with the Seasonal Breakdown of the Stratospheric Polar Vortex*, Journal of Climate, 30(18), 7125-7139.

**Hardiman, S. C. y coautores, 2011:** *Improved predictability of the troposphere using stratospheric final warmings*, Journal of Geophysical Research, 116, D18113.

**Kidston, J., A. A. Scaife, S. C. Hardiman, D. M. Mitchell, y N. Butchart, 2015:** *Stratospheric influence on tropospheric jet streams, storm tracks and surface weather*. Nature Geoscience, 8 (6), 433–440.

**Thompson, D. W. J., M. P. Baldwin, and S. Solomon, 2005:** *Stratosphere-Troposphere Coupling in the Southern Hemisphere*. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 62 (3), 708–715.

**Thompson, D. W. J., y J. M. Wallace, 2000:** *Annular Modes in the Extratropical Circulation. Part I: Month-to-Month Variability*, *Journal of Climate*, 13 (5), 1000-1016.