

PATRONES DE CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA EN SUDAMÉRICA SUBTROPICAL: CICLO ANUAL, TRANSICIONES Y ANOMALÍAS DE PRECIPITACIÓN ASOCIADAS

Franco D. Medina^{1,2}, Matías E. Olmo³, Maria L. Bettolli^{4,5}
fdmedina@herrera.unt.edu.ar. Autor/a correspondiente.

¹Dpto. de Física, FACET-Universidad Nacional de Tucumán, Argentina

²INFINOA (CONICET-UNT), Tucumán, Argentina

³Barcelona Supercomputing Center, Barcelona, España

⁴CONICET, Argentina

⁵Dpto. de Cs. de la Atmósfera y los Océanos, FCEyN-Universidad de Buenos Aires, Argentina

Palabras clave: tipos de circulación, lluvia, k-means.

1) INTRODUCCIÓN

La variabilidad espacial y temporal de la precipitación en Sudamérica Subtropical (SSA), entre los 10 y 40°S (Figura 1a), ha sido ampliamente estudiada. Sin embargo, su caracterización desde los patrones de circulación sinóptica (CPs) no ha sido abordada en detalle para esta región. Por ello, identificar los CPs dominantes es clave para comprender los cambios en la precipitación en distintas escalas temporales. Existen trabajos que analizan los CPs en regiones al norte (Espinoza et al., 2021) y al sur (Olmo y Bettolli, 2021) de SSA, pero no hay estudios centrados específicamente en esta área. Por otro lado, los estudios previos han identificado los CPs mediante clasificaciones aplicadas por separado en cada estación del año, con el objetivo de capturar características estacionales específicas de la circulación. Sin embargo, este enfoque puede dificultar la comparación de CPs entre estaciones. En este contexto, en este trabajo se presenta un algoritmo de aprendizaje automático que clasifica campos diarios de vientos en 850 hPa en CPs dominantes. El objetivo es identificar los CPs sobre SSA, capturando la variabilidad temporal diaria y de mayor plazo, asegurando definiciones consistentes de los CPs a lo largo del ciclo anual.

2) DATOS Y METODOLOGÍA

Para realizar este trabajo se utilizaron campos diarios de las componentes meridional y zonal del viento en 850 hPa en la región de Sudamérica Subtropical (Figura 1 a). Estos datos fueron obtenidos del reanálisis ERA5 (Hersbach et al. 2023) para el período 1979-2023. Asimismo, se utilizaron datos diarios de precipitación provenientes de la base CPC Global Unified Gauge-Based Analysis of Daily Precipitation en el mismo período.

Con el fin de identificar los patrones dominantes de viento en la región, se aplicó un algoritmo de agrupamiento que consiste en: (i) la estandarización de las componentes zonal y meridional del viento, (ii) la reducción de la dimensionalidad mediante Funciones Ortogonales Empíricas (EOF), y (iii) la aplicación del algoritmo de agrupamiento k-means. El número óptimo de CPs se determinó utilizando el índice de Silhouette, el cual evalúa la calidad del agrupamiento, indicando qué tan similares son los campos de circulación asignados a un mismo CP en comparación con los campos asignados a los otros CPs. No se aplicaron filtros temporales dado que se busca capturar todas las escalas de variabilidad temporal, desde la diaria a las de mayor plazo.

3) RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron 7 CPs que capturan las principales componentes de la circulación en SSA (Figura 7b) y su ciclo anual (Figura 7c). Además, estos CPs permiten regionalizar las anomalías de precipitación (Figura 7b).

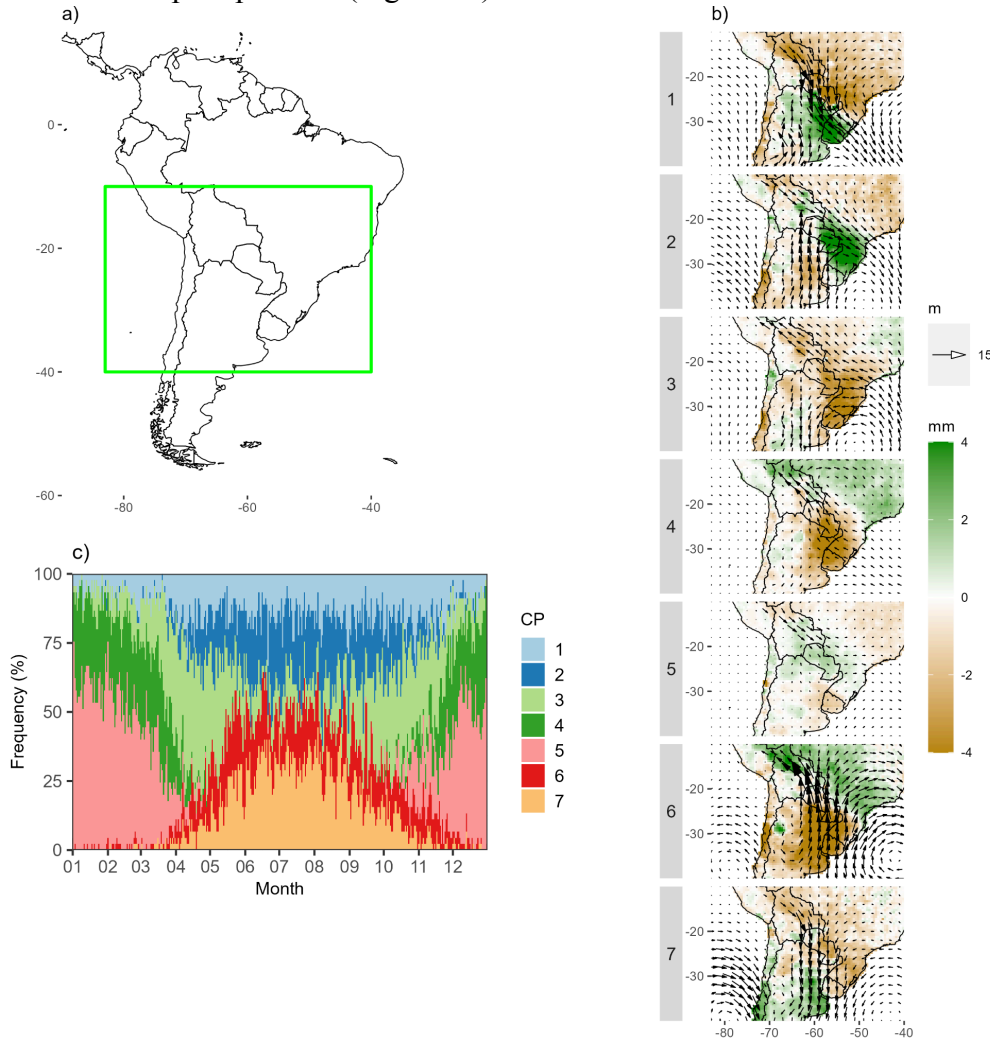


Figura 1. a) ubicación de SSA (recuadro verde). b) CPs representados mediante la anomalía diaria de viento en 850 hPa (vectores) y su anomalía de precipitación diaria asociada (color). c) Ciclo anual de la frecuencia relativa de los CPs (colores).

Las características de los CPs pueden resumirse de la siguiente manera:

- CP1 está presente en todas las estaciones del año. Consiste en una perturbación sobre Argentina y Uruguay, promoviendo precipitaciones en esta región. Este CP puede asociarse a los eventos de la corriente en chorro en capas bajas (no mostrado).
- CP2 y CP6 ocurren en todas las estaciones, excepto en verano, y muestran una perturbación y precipitaciones desplazadas hacia el norte de la posición observada en el CP1.
- CP3 es característico de las estaciones de transición. Presenta una circulación anómala centrada sobre el Atlántico cerca de Argentina, favoreciendo condiciones más húmedas en el centro-oeste de Argentina y el este de Brasil.
- CP7 también muestra una circulación anómala sobre el Atlántico, aunque desplazada hacia el este respecto al caso de CP3, y una circulación ciclónica sobre el Pacífico cerca de Chile.

Es típico del invierno y promueve condiciones más húmedas en Chile y el centro de Argentina.

- CP4 es típico del verano. Muestra una circulación anómala que promueve vientos con componente sur en la región continental tropical, intensificados al este de los Andes. Esta situación favorece condiciones más húmedas en el norte de SSA y más secas en el sureste.
- CP5 también ocurre en verano y muestra una circulación inversa a la de CP4, aunque menos marcada. Favorece condiciones levemente más húmedas entre los 15 y 30°S.

Además de la ocurrencia estacional de los CPs, se estudió su probabilidad de transición de un CP a otro (Figura 2). Se destaca que todos exhiben cierta persistencia (probabilidad de transición con sí mismos). Por otro lado, se ve claramente que los CPs que ocurren en la secuencia CP1-CP2-CP6, podrían estar asociado al desplazamiento de un frente frío desde el sur de SSA (CP1) hacia bajas latitudes (CP6) (Figura 1b). Otra transición probable es desde CP6 a CP3, el cual consiste de anomalías de viento anticiclónicas en el Atlántico frente a Argentina, lo cual promueve condiciones más secas en gran parte de SSA. Por otra parte, también se observa que el CP7 promueve el flujo desde el norte sobre el sur de SSA, es un precursor de los CP1 y CP2.

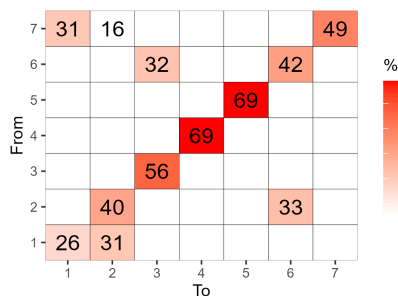


Figura 2. Probabilidad de transición de los CPs (%). Eje vertical: CP inicial, eje horizontal: CP que ocurre luego del CP inicial. Solo se muestran los valores significativos al 95% siguiendo un procedimiento de remuestreo con 1000 iteraciones.

4) CONCLUSIONES

Mediante el uso de campos diarios de viento en 850 hPa se identificaron 7 CPs que representan el ciclo anual de la circulación diaria en SSA y que permiten regionalizar las anomalías de precipitación. Además, se detectaron algunas secuencias preferenciales en la evolución de la circulación en la región. En un etapa posterior, se analizarán los cambios en la frecuencia de los CPs, así como el rol que cumplen los distintos modos de variabilidad climática sobre los mismos. Los resultados de este trabajo proveen un marco de referencia para una evaluación basada en procesos (determinados por los CPs) del desempeño de los modelos climáticos en SSA.

REFERENCIAS

Espinoza, J. C., Arias, P., Moron, et al., 2021: Recent changes in the atmospheric circulation patterns during the dry-to-wet transition season in south tropical South America (1979–2020): Impacts on precipitation and fire season. *Journal of Climate*, 34, 9025–9042.

Hersbach H, et al., 2023: ERA5 hourly data on single levels from 1940 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS).

Olmo, M.E. y Bettolli, M.L., 2021: Extreme daily precipitation in southern South America: statistical characterization and circulation types using observational datasets and regional climate models. *Clim Dyn* 57, 895–916.