

# ESTUDIO CLIMATOLÓGICO DE LA CORRIENTE EN CHORRO DE CAPAS BAJAS AL ESTE DE LOS ANDES, Y SU VARIABILIDAD ASOCIADA A CAMBIOS EN LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL PACÍFICO ECUATORIAL

Santino Adduca<sup>1</sup>, Santiago I. Hurtado<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP-FCAG)

<sup>2</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

**Palabras clave:** SALLJ; ENOS; TSM del Pacífico ecuatorial.

## 1) INTRODUCCIÓN

En Sudamérica, al este de los Andes, se manifiesta una corriente en chorro de capas bajas conocida como corriente en chorro de capas bajas sudamericana (SALLJ por sus siglas en inglés). La SALLJ produce un transporte meridional de humedad desde latitudes tropicales en la cuenca del Amazonas, hacia regiones subtropicales en la cuenca del Plata, funcionando como un forzante dinámico que favorece condiciones de inestabilidad y contribuye a la formación, por ejemplo, de sistemas convectivos de mesoescala con grandes precipitaciones asociadas (Salio et al., 2007).

El conocimiento acerca del comportamiento de la SALLJ está fuertemente basado en datos de reanálisis a causa de la baja densidad de estaciones que hay en la región, por lo que es muy importante saber las limitaciones e incertezas que presentan las bases de datos. Por esta razón, el trabajo de campo con mediciones in situ The South American Low-Level Jet Experiment (SALLJEX; Vera et al., 2006), representó un gran avance en la comprensión del fenómeno. Algunos resultados importantes del experimento fueron, la localización de los vientos de mayor intensidad cerca de Santa Cruz de la Sierra, y la confirmación de un transporte de humedad desde las tierras bajas del oeste de Bolivia hacia la región sur del Altiplano, responsable de conducir la convección hacia esta región (Vera et al., 2006).

La mayoría de estudios utilizaron el criterio Bonner o adaptaciones del mismo para la detección de eventos SALLJ, con umbrales fijos para la velocidad y la cortante vertical del viento. Sin embargo, el criterio de Bonner fue propuesto para la detección de la corriente en chorro de capas bajas en el hemisferio norte, en la región de las Grandes Llanuras, la cual solo se manifiesta en verano. Por este motivo, aplicarlo en Sudamérica no representa una buena detección de la SALLJ (Montini et al., 2019). En vistas de esta problemática, Montini et al. (2019) propusieron una nueva metodología con umbrales variables, basados en percentiles estacionales (otoño, invierno, primavera y verano) de la velocidad y la cortante vertical del viento. También se comparó la cantidad de eventos SALLJ que detectaba cada criterio utilizando distintos reanálisis. Los autores encontraron que el criterio con umbrales variables es más eficiente, detectando aproximadamente 1,5 veces más eventos en el SESA que el criterio de Bonner. Dichos resultados evidencian que los criterios de umbrales fijos presentan sesgos estacionales, dada la notable variabilidad interestacional del viento en la región.

Por otro lado, Montini et al. (2019) encontraron relaciones estadísticas que sugieren que la frecuencia de ocurrencia de la SALLJ es modulada por el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). La fase fría (cálida) está asociada con una disminución (aumento) en la frecuencia de ocurrencia de la SALLJ (Montini et al., 2019).

En este trabajo se propone: (1) Contribuir a la caracterización climatológica de la SALLJ, analizando su variabilidad espaciotemporal con datos del reanálisis ERA5 durante el período 1979-2020; (2) Estudiar la variabilidad de la SALLJ asociada a cambios de la TSM del Pacífico ecuatorial.

## 2) DATOS Y METODOLOGÍA

Se utilizó el reanálisis ERA 5 (Hersbach et al., 2020) para detectar y analizar la SALLJ durante el periodo 1979-2020 (42 años). Se utilizaron datos horarios (00, 06, 12 y 18 UTC) de la componente zonal (u) y meridional (v) del viento en 850 y 700 hPa, para los puntos de retícula más cercanos a las localidades de Santa Cruz de la Sierra (SC; 17,81°S, 63,16°O) y Mariscal Estigarribia (MA; 22,02°S, 60,60°O). Se aplicó la metodología propuesta por Montini et al. (2019) para la detección de días SALLJ, basada en umbrales variables con la temporada. Se consideraron las temporadas de otoño (marzo-abril-mayo), invierno (junio-julio-agosto), primavera (septiembre-octubre-noviembre) y verano (diciembre-enero-febrero). Para estudiar la variabilidad espaciotemporal de la SALLJ, se realizó un análisis de tendencias para su frecuencia de ocurrencia, intensidad y dirección. Por otro lado, para evaluar la relación entre la SALLJ y la TSM del Pacífico ecuatorial, se analizaron las diferencias entre las medianas de frecuencia de ocurrencia de días SALLJ (FODS) entre condiciones tipo El Niño (EN), La Niña (LN) y neutrales (NE).

## 3) RESULTADOS

En escala anual (tabla 1) se identificó una tendencia positiva y significativa en la FODS de SC. En la misma escala, se encontraron para SC y MA tendencias negativas y significativas en la componente v, implicando un aumento de la componente norte de la SALLJ. Sin embargo, no se detectaron cambios ni en la intensidad ni en la componente zonal. Con respecto a las tendencias de FODS en ambas localidades simultáneamente, se identificó un aumento significativo en la escala anual. Las tendencias interanuales de cada temporada (tabla 1) muestran un aumento significativo de FODS durante la temporada de verano en SC, MA y en ambas localidades en simultáneo. En invierno, los resultados muestran un aumento significativo de FODS en los eventos de MA y de ambas localidades en simultáneo. Por el contrario, para otoño y primavera no se identificaron tendencias significativas en la FODS. Con respecto a los cambios de intensidad y dirección de la SALLJ, para otoño e invierno no se detectaron tendencias significativas en ninguna localidad. En contraste, en primavera se detectó un aumento significativo en la intensidad y en la componente zonal del viento para la localidad de MA, mientras que para la componente meridional se encontró una tendencia significativa con pendiente negativa. Esto muestra que la SALLJ se volvió más intensa en MA, y presentó un cambio en la dirección, teniendo una mayor componente del noroeste. Para la misma temporada, en SC se identificaron tendencias significativas que implican un cambio de dirección de las mismas características que en MA, pero sin cambios significativos en la intensidad. Por último, para la temporada verano solamente se detectó una tendencia significativa con pendiente positiva en la intensidad de la SALLJ para la localidad de SC.

Variable	Localidad	Anual	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
FODS (%)	SC	+ 0,08*	- 0,05	+ 0,07	0	+ 0,32*
	MA	+ 0,08	- 0,14	+ 0,23*	0	+ 0,28*
	Ambas	+ 0,11*	- 0,04	+ 0,16*	+ 0,06	+ 0,30*
V  (m s <sup>-1</sup> )	SC	- 0,01	- 0,03	- 0,02	- 0,01	+ 0,02*
	MA	+ 0,001	- 0,02	- 0,02	+ 0,02*	+ 0,002
u (m s <sup>-1</sup> )	SC	+ 0,03	- 0,01	+ 0,01	+ 0,07 *	+ 0,02
	MA	+0,002	- 0,01	- 0,01	+ 0,02 *	+ 0,005
v (m s <sup>-1</sup> )	SC	- 0,08 *	- 0,01	- 0,07	- 0,18 *	- 0,06
	MA	- 0,04 *	+ 0,04	+ 0,01	- 0,13 *	- 0,04

Tabla 1: Tendencias anuales y estacionales de FODS, de la intensidad (|V|), y de las componentes zonal (u) y meridional (v) de la SALLJ, para SC, MA y ambas en simultáneo. |V|, u y v representan los valores medios en 850 hPa. Con \* se indican las tendencias significativas al 10 %. Se consideraron los periodos 1980-2019 para las tendencias anuales, y 1980-2020 para las tendencias estacionales.

En la tabla 2 se muestran las diferencias de las medianas de FODS, entre las distintas condiciones tipo ENOS para cada temporada. Los resultados, a excepción de otoño en MA, muestran que las diferencias son positivas comparando condiciones tipo EN y tipo NE, siendo significativas durante primavera y verano en la localidad de SC, y en invierno en SC y MA. En cambio, comparando condiciones tipo LN y NE las diferencias son generalmente negativas, encontrando una diferencia significativa solamente en la temporada de verano para MA. Por último, se puede apreciar que comparando condiciones tipo EN y tipo LN, las diferencias positivas son mayores que la comparación EN-NE, teniendo así mayores diferencias significativas en las dos localidades, a excepción de la temporada de otoño. Por lo tanto, los resultados muestran una dependencia estadística de la variabilidad de la FODS asociada a la TSM del Pacífico ecuatorial.

Condiciones comparadas	Localidad	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
EN - NE	SC	+ 1,1 %	+ 9,2 %*	+ 2,7 %*	+ 8,6 %*
	MA	- 0,5 %	+ 6 %*	+ 6,6 %	+ 1,1 %
LN - NE	SC	- 1,1 %	0	- 3,3 %	- 2,1 %
	MA	- 1,1 %	0	0	- 6,3 % *
EN - LN	SC	+ 2,2 %	+ 9,2 %*	+ 6 %*	+ 10,7 %*
	MA	+ 0,5 %	+ 6 %*	+ 6,6 %*	+ 7,4 %

Tabla 2: Diferencias de las medianas de FODS (%) bajo condiciones tipo EN, LN y NE, durante el periodo 1979-2020. Con \* se indican diferencias significativas al 10% de los parámetros de locación.

#### 4) CONCLUSIONES

En escala anual, es esperable que sean más frecuentes los días SALLJ en SC y en ambas localidades simultáneamente. En escala estacional, se prevé un aumento de FODS en SC, MA y ambas durante el verano; y un aumento en MA y ambas durante el invierno. Las tendencias en la intensidad y dirección de la SALLJ muestran que en MA, durante la primavera, se volvió más intensa y presentó un cambio en su dirección, teniendo una mayor componente del noroeste. En la misma temporada, para SC se identificaron tendencias significativas que implican un cambio de dirección del mismo tipo que en MA. Por último, en verano se detectó un aumento significativo en la intensidad de la SALLJ en SC. En general, podemos notar que es esperable un aumento de ocurrencia de días SALLJ, especialmente en verano. Este comportamiento podría tener asociado un incremento en la cantidad de complejos convectivos de mesoescala (Salio et al., 2007). Por último, los resultados muestran que un aumento (disminución) de la TSM del Pacífico ecuatorial está asociado a un aumento (disminución) en la FODS de ambas localidades, siendo otoño la temporada en donde se observa la menor relación, en concordancia con Montini et al. (2019).

#### REFERENCIAS

- Montini, T. L., Jones, C., & Carvalho, L. M. (2019):** The south american low-level jet: A new climatology, variability, and changes. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 124(3), 1200–1218.
- Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Hirahara, S., Horányi, A., Muñoz-Sabater, J., Nicolas, J., Peubey, C., Radu, R., Schepers, D., et al. (2020):** The era5 global reanalysis. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 146(730), 1999–2049.
- Salio, P., Nicolini, M., & Zipser, E. J. (2007):** Mesoscale convective systems over southeastern South America and their relationship with the south american low-level jet. *Monthly Weather Review*, 135(4), 1290–1309.
- Vera, C., Baez, J., Douglas, M., Emmanuel, C., Marengo, J., Meitin, J., Nicolini, M., Nogues-Paegle, J., Paegle, J., Penalba, O., et al. (2006):** The south american low-level jet experiment. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 87(1), 63–78.