

# EL ATLÁNTICO SUR COMO REGIÓN FUENTE DE HUMEDAD Y SU RELACIÓN CON LA PRECIPITACIÓN EN SUDAMÉRICA

Inés M. Leyba<sup>1,2,3</sup>, Silvina A. Solman<sup>1,2,3</sup>, Martín Saraceno<sup>1,2,3</sup>  
[ines.leyba@cima.fcen.uba.ar](mailto:ines.leyba@cima.fcen.uba.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:** Interacción mar-atmósfera, Atlántico Sur, Fuente de humedad.

## 1) INTRODUCCIÓN

Los océanos representan una de las fuentes más importantes de vapor de agua que luego es transportado por la atmósfera hacia los continentes. El vínculo entre la evaporación del océano y la precipitación sobre los continentes es a través del transporte de humedad (Peixoto y Oort, 1992). La comprensión del transporte de humedad conduce a mejorar el conocimiento sobre su rol en la precipitación, ya que juega un papel importante tanto en la evaporación continental local como en el transporte de vapor desde las regiones oceánicas adyacentes (Dominguez y otros, 2008).

Estudios previos, muestran evidencias que el Atlántico Sur (AS) es particularmente importante cuando se considera, por ejemplo, la precipitación en el sureste de Brasil (Bombardi y otros, 2014; Coelho y otros, 2016). Drumond y otros (2008) obtuvieron que el océano Atlántico sur tropical constituye la principal fuente de humedad para el centro de Brasil y la Cuenca del Plata. En la región de la Cuenca del Plata, Martinez y Dominguez (2014) obtuvieron que el 63% de la precipitación media sobre dicha región proviene de fuentes de humedad continentales y el 37 % restante proviene principalmente de los océanos Pacífico Sur y Atlántico, donde el Atlántico tropical y sudoccidental contribuyen en un 6,1 % y 1,5 %, respectivamente. Asimismo, hay evidencias que los patrones de precipitación también pueden ser modulados por los cambios en la temperatura superficial del mar (TSM; Ropelewski y Halpert, 1987).

Si bien, hay estudios sobre el transporte de humedad y su relación con la precipitación en Sudamérica, pocos son los que estudian la variabilidad de baja frecuencia asociada con el transporte de humedad desde el AS y su influencia en la lluvia estacional en el sudeste de Sudamérica (SESA). El estudio del transporte de humedad en la región tiene un impacto socioeconómico muy importante en nuestra región: un aumento del transporte de humedad puede conducir a un aumento de las precipitaciones extremas, y esto puede, por ejemplo, generar riesgo de inundación lo que puede afectar a la sociedad que habita en zonas inundables particularmente y causar pérdidas económicas importantes al sector agro-ganadero.

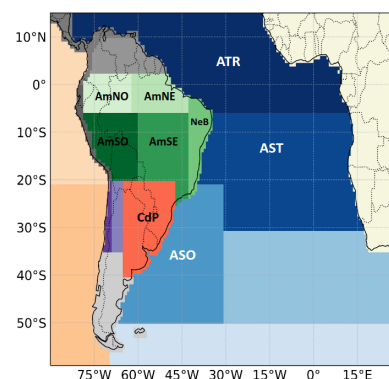
El objetivo principal es explorar las regiones del AS que actúan como fuentes de humedad para Sudamérica y explorar en qué medida la variabilidad de la TSM del AS puede impactar en la variabilidad de la precipitación sobre Sudamérica al modular el transporte de humedad, con énfasis en SESA.

## 2) DATOS Y METODOLOGÍA

El análisis realizado en este estudio se basa en el período comprendido entre 1982-2015, centrado en el verano austral descripto por la media estacional de diciembre-enero-febrero (DEF). Los campos atmosféricos utilizados en este estudio provienen del Reanálisis Interino del Centro Europeo de Predicción Meteorológica a Medio Plazo (ERA-Interim; Dee y otros, 2011). Los conjuntos de datos de ERA-Interim incluyen

precipitación, evapotranspiración y vapor de agua integrado verticalmente, y flujos de vapor de agua integrados verticalmente (VIMF) en la dirección horizontal. Los datos de precipitación se obtuvieron del Global Precipitation Climatology Project (GPCP, Adler y otros, 2003) y los datos mensuales de TSM se obtuvieron del análisis Optimum Interpolation SST Analysis Version 2 (OISSTv2, Reynolds y otros, 2007). El modo dominante de la variabilidad de la TSM (EOF1) fue obtenido a partir del análisis de Funciones Ortogonales Empíricas (Preisendorfer y Mobley, 1988; Björnsson y Venegas, 1997). La variabilidad del EOF1 se describe a través de la correspondiente serie temporal estandarizada de la componente principal que se utiliza para caracterizar la variabilidad del AS.

El transporte de humedad se estimó utilizando la versión extendida del Dynamics Recycling Model (DRM; Domínguez y otros, 2006; Martínez y Domínguez, 2014). El DRM permite un análisis de las fuentes de humedad, permitiendo rastrear las trayectorias que siguen determinadas partículas en la atmósfera en un amplio espectro de escalas temporales. El dominio utilizado para el estudio se extiende de 30°E a 80°O y de 15°N a 60°S, incluyendo Sudamérica y el AS. Se analizaron 3 regiones fuente de interés: el Atlántico Tropical (ATR), el Atlántico Subtropical (AST) y el Atlántico Sudoccidental (ASO). Y 6 regiones sumidero de interés. Las regiones se muestran en la Figura 1.



**Figura 1:** Dominio utilizado para implementar el DRM.

### 3) RESULTADOS Y DISCUSIONES

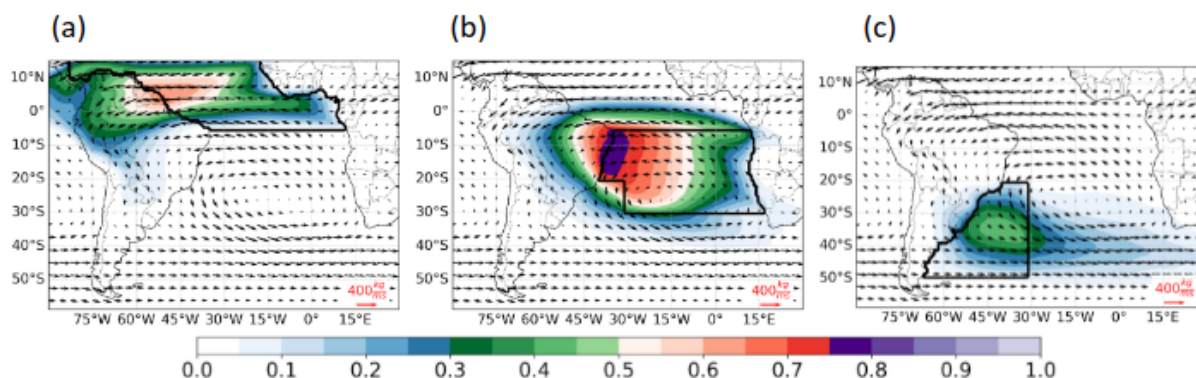
A partir de las simulaciones realizadas con el DRM se pudo caracterizar el comportamiento de tres regiones en el Atlántico Sur que actuaron como regiones fuente de humedad para Sudamérica: el ATR, AST y ASO, ver Figura 1. Los resultados mostraron que el ATR, en verano, es una fuente de humedad para la región norte del Amazonas y que sus aportes pueden alcanzar la región del sur de Sudamérica (Fig 2a). El AST resultó ser la principal fuente de humedad para la región del Amazonas y el noreste de Brasil (Fig 2b). Así mismo, se identificó que el ASO contribuye principalmente de manera local y, en verano, explica hasta un 20 % de la precipitación en Uruguay y sur de Brasil (Fig. 2c). En la región de la Cuenca del Plata (CdP, ver Fig. 1) se obtuvo que la contribución de las tres regiones de interés del AS a la precipitación es de ~17%.

En verano, se obtuvo que el modo de variabilidad de la temperatura superficial del mar en su fase positiva está asociado a anomalías positivas significativas del aporte de humedad proveniente del ATR en la región de la corriente en chorro de capas bajas de Sudamérica. Esto genera un incremento del aporte de humedad en esta región, y por consiguiente, un incremento del aporte de humedad en el SESA. Se obtiene un entorno favorable para la precipitación por lo que puede explicar las anomalías positivas de precipitación observadas en el sudeste de Sudamérica.

El estudio de eventos de precipitación caracterizados por situaciones sinópticas específicas permitió identificar la importancia en términos de la contribución del AST y ASO en eventos individuales. Se destacaron dos eventos que permitieron identificar la importancia de la contribución a la precipitación del sudeste de Sudamérica desde fuentes en Atlántico Sur: por un lado, eventos de abundante precipitación caracterizados por presentar contribuciones provenientes tanto del AST como del ASO; y por otro lado, eventos en los cuales se registró precipitación varios días consecutivos, caracterizados por un aporte del AST asociados a una intensificación de la intensidad de la corriente en chorro en capas bajas de Sudamérica.

Los resultados presentados en este trabajo reflejan un análisis integrador de la

influencia del AS sobre la precipitación en Sudamérica, con especial atención en el SESA en diferentes escalas temporales: la escala estacional, la interanual y la sinóptica.



**Figura 2:** Media climatológica de VIMF [ $\text{Kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$ ] y en sombreado la fracción de humedad (sin unidades) originada en el ATR (a), AST (b) y ASO (c). Promedio estacional para verano. Las líneas negras gruesas indican la región fuente.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue parcialmente financiado por los proyectos UBACYT2018 Grant 20020170100117BA 30 y FONCYT PICT2018-02496. Este estudio es una contribución a los proyectos EUMETSAT/CNES OSTST SABIO y al PICT 2018-2433.

## REFERENCIAS

- Adler, R. F., Huffman, G. J., Chang, A., Ferraro, R., Xie, P. P., Janowiak, J., ... & Nelkin, E., 2003. The version-2 global precipitation climatology project (GPCP) monthly precipitation analysis (1979–present). *Journal of hydrometeorology*, 4(6), 1147-1167.
- Björnsson, H., Venegas, S.A., 1997. A manual for EOF and SVD analyses of climatic data. CCGCR Report, 97(1), 112-134.
- Bombardi, R. J., Carvalho, L. M., Jones, C., and Reboita, M. S., 2014. Precipitation over eastern south america and the south atlantic sea surface temperature during neutral enso periods. *Climate Dynamics*, 42(5-6):1553-1568.
- Coelho, C. A., de Oliveira, C. P., Ambrizzi, T., Reboita, M. S., Carpenedo, C. B., Campos, J. L. P. S., ... & Rehbein, A., 2016. The 2014 southeast Brazil austral summer drought: regional scale mechanisms and teleconnections. *Climate Dynamics*, 46(11), 3737-3752.
- Dee, D. P., Uppala, S. M., Simmons, A. J., Berrisford, P., Poli, P., Kobayashi, S., ... & Vitart, F., 2011. The ERA-Interim reanalysis: Configuration and performance of the data assimilation system. *Quarterly Journal of the royal meteorological society*, 137(656), 553-597.
- Dominguez, F., Kumar, P., y Vivoni, E. R. 2008. Precipitation recycling variability and ecoclimatological stability|a study using narr data. part ii: North american monsoon region. *Journal of Climate*, 21(20):5187{5203.
- Drumond, A., Nieto, R., Gimeno, L., and Ambrizzi, T., 2008. A lagrangian identification of major sources of moisture over central brazil and la plata basin. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 113(D14).
- Martinez, J. A., & Dominguez, F., 2014. Sources of atmospheric moisture for the La Plata River basin. *Journal of Climate*, 27(17), 6737-6753.
- Peixoto, J. P. y Oort, A. H., 1992. *Physics of climate*.
- Preisendorfer, R. W., & Mobley, C. D., 1988. *Principal component analysis in meteorology and oceanography*. Developments in atmospheric science, 17
- Reynolds, R. W., Smith, T. M., Liu, C., Chelton, D. B., Casey, K. S., y Schlax, M. G., 2007. Daily high-resolution-blended analyses for sea surface temperature. *Journal of Climate*, 20(22):5473{5496.
- Ropelewski, C. F. y Halpert, M. S., 1987. Global and regional scale precipitation patterns associated with the el niño/southern oscillation. *Monthly weather review*, 115(8):1606{1626.