

DESCIFRANDO LAS FUENTES DE HUMEDAD PARA LA PRECIPITACIÓN EN RÍOS ATMOSFÉRICOS

UNRAVELING THE SOURCES OF MOISTURE FOR PRECIPITATION IN ATMOSPHERIC RIVERS

Alfredo Crespo-Otero⁽¹⁾, Damián Insua-Costa⁽²⁾, Gonzalo Míguez-Macho⁽¹⁾

⁽¹⁾ CRETUS, Non-Linear Physics Group, Universidade de Santiago de Compostela, Galicia, España, alfredocrespo.otero@usc.es

⁽²⁾ Hydro-Climate Extremes Lab (H-Cel), Ghent University, Gante, Bélgica

SUMMARY

Atmospheric rivers (ARs) are bands of enhanced moisture in the atmosphere which transport large volumes of water vapor, and they are mainly located in subtropical and mid-latitude oceanic areas. When they make landfall, the huge amounts of water vapor they carry are forced upwards and, as a consequence, intense or even heavy precipitation may occur, potentially leading to floods and damage. The scientific community is particularly interested in the origin of the moisture in them, with ongoing debates about whether tropical or extratropical regions contribute more significantly. To fill this gap, we use a Lagrangian moisture tracking technique validated using the WRF model with water vapor tracers (WRF-WVTs) to compute moisture sources for precipitation in selected AR cases. Preliminary results show diverse sources, including oceanic and continental regions, with notable variability across events. Unexpectedly, tropical moisture appears less significant than previously thought, although its role remains crucial in the early stages of AR formation.

Los ríos atmosféricos son filamentos de humedad concentrada en la atmósfera, ubicados principalmente en zonas subtropicales y latitudes medias sobre extensas áreas oceánicas. Estas estructuras son capaces de transportar enormes volúmenes de vapor de agua, a menudo comparables a los flujos de los ríos más grandes del planeta. Cuando se aproximan a tierra e interactúan con la topografía terrestre, el vapor de agua es forzado a ascender, con lo que condensa, y esto resulta en precipitaciones intensas o incluso extremas. Tales eventos pueden causar inundaciones y severos daños, lo que evidencia el impacto significativo de los ríos atmosféricos en nuestra vida cotidiana y señala la necesidad de comprender más profundamente sus características físicas.

Una propiedad crítica de los ríos atmosféricos que ha capturado la atención de la comunidad científica es el origen de la humedad que transportan y que finalmente regresa a la superficie en forma de precipitación. Aunque estudios recientes han avanzado en la identificación y cuantificación de las fuentes de humedad utilizando modelos distintos y variados, persiste la incertidumbre sobre si las contribuciones más significativas provienen de regiones tropicales o extratropicales. Esta ambigüedad se refleja incluso en la definición de río atmosférico en el Glosario de Meteorología.

Abordar esta cuestión exige desarrollar una climatología detallada de las fuentes de humedad para la precipitación asociada a ríos atmosféricos. Aunque la variedad de modelos de transporte de humedad ofrece distintas perspectivas con las que afrontar este problema, a menudo conducen a resultados no compatibles entre sí. En nuestro estudio, adoptamos una técnica Lagrangiana de seguimiento de la humedad basada en el modelo de dispersión de partículas FLEXPART, validada mediante el modelo WRF con trazadores de humedad (WRF-WVTs), considerado una de las herramientas más precisas para la caracterización del transporte de humedad. Esto nos permite alinear nuestros hallazgos con los obtenidos a través del modelo WRF-WVTs, y simular de manera eficaz una amplia gama de ríos atmosféricos, determinando el origen de la precipitación que generan.

Los resultados preliminares muestran una amplia diversidad en las fuentes de humedad, incluyendo regiones oceánicas y continentales, y evidenciando una notable variabilidad entre distintos eventos. De manera sorprendente, sugieren una contribución menos relevante de la humedad tropical de lo anteriormente considerado. No obstante, un análisis más detallado sobre cómo cambian las fuentes de humedad a lo largo de la evolución de un río atmosférico muestra un papel más destacado de la humedad tropical en las fases iniciales de formación, lo que subraya la complejidad del proceso de adquisición de vapor de agua en los ríos atmosféricos.