

# ESTUDIO DE SEQUÍAS DE RÁPIDO DESARROLLO EN EL SUR DE SUDAMÉRICA MEDIANTE DIVERSOS ÍNDICES Y REANÁLISIS

Lucas L. Kucheruk<sup>1,2</sup>, Pablo C. Spennemann<sup>2</sup>, Juan A. Rivera<sup>3</sup>, Gustavo Naumann<sup>4</sup>, Mercedes Peretti<sup>5</sup>, Jason Otkin<sup>6</sup>  
[lkucheruk@smn.gob.ar](mailto:lkucheruk@smn.gob.ar). Autor/a correspondiente.

<sup>1</sup>Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA- FCEyN)

<sup>2</sup>Servicio Meteorológico Nacional-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (SMN-CONICET)

<sup>3</sup>Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA)

<sup>4</sup>European Research Executive Agency, Bruselas, Bélgica

<sup>5</sup>Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía (FAUBA)

<sup>6</sup>Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies, Space Science and Engineering Center, University of Wisconsin-Madison, Estados Unidos.

**Palabras clave:** Sequías de Rápido Desarrollo, Humedad del Suelo, Evapotranspiración

## 1) INTRODUCCIÓN

Las Sequías de Rápido Desarrollo (SRD) o Flash Droughts (FD) se caracterizan por su rápida evolución (pocas semanas), lo cual genera impactos severos en la producción agrícola debido al rápido agotamiento de la humedad del suelo (Otkin et al., 2021). Aunque no existe consenso sobre las variables o metodologías más adecuadas para su estudio, se destaca el uso de índices basados en la demanda evaporativa (ET), humedad del suelo (HS) o la combinación de variables meteorológicas (Christian et al., 2021; Otkin et al., 2021; Noguera et al., 2020). La mayoría de los estudios que caracterizan SRD son globales o se centran en el Hemisferio Norte. Las climatologías globales (Christian et al., 2021) y regionales (Kucheruk et al., 2024) de SRD en base a varias bases de datos identificaron su ocurrencia en las principales regiones agrícolas del mundo, como ser el sudeste de Brasil y la Pampa Húmeda argentina. Estos estudios muestran que la máxima frecuencia de eventos se observa en primavera y verano, aunque con resultados dispares según la base de datos utilizada. Ante la falta de estudios enfocados en Sudamérica que comparen la climatología de las SRD entre índices y bases de datos, este trabajo tiene como objetivo documentar las incertidumbres asociadas al uso de diferentes reanálisis e índices en el sudeste de Sudamérica.

## 2) DATOS Y MÉTODOS

Se utilizaron 3 índices de SRD (ver Tabla I) basados en HS, ET, evapotranspiración potencial y precipitación de los reanálisis ERA-5 Land (0,1°x0,1°) y MERRA-2 (0,5°x0,625°). El período de estudio es 1982-2022, en el dominio espacial 10-40°S, 69-36°O.

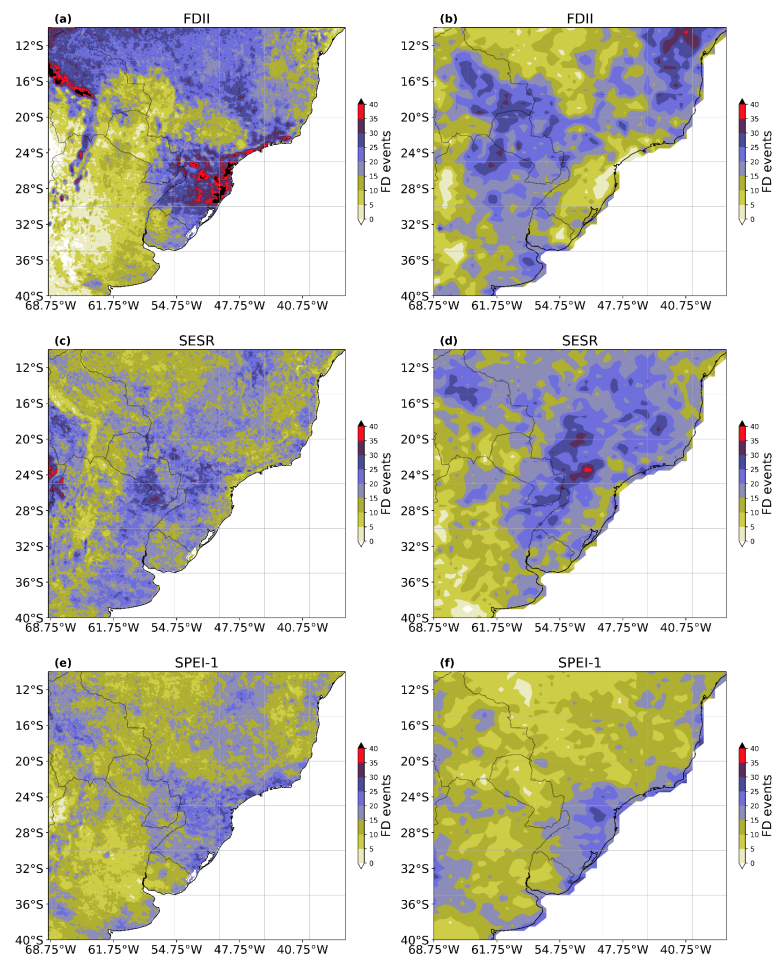
| Índice                        | Condición de Intensificación                                                                                                    | Umbrales                            |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| FDII (Otkin et al., 2021)     | Caída mínima de 15 percentiles de HS entre el inicio de la SRD y las cuatro pñtadas previas al inicio.                          | Percentil de HS<20 en 4 pñtadas     |
| SESR (Christian et al., 2021) | Percentil de ΔSESR menor o igual al percentil 25 entre pñtadas consecutivas. Valor final de SESR menor o igual al percentil 20. | Percentil de ΔSESR≤=25 en 6 pñtadas |
| SPEI-1 (Noguera et al., 2020) | ΔSPEI-1 menor a -2 entre la pñtada de inicio de la SRD y las 6 pñtadas anteriores al inicio.                                    | SPEI <-1.28 en 4 pñtadas            |

Tabla I: Características de los índices utilizados para la climatología de las SRD.

Se analizaron las tendencias anuales en la cobertura espacial afectada por eventos de SRD aplicando la prueba de Mann-Kendall y el estimador de Sen, con un nivel de confianza del 95%. Luego se comparó la frecuencia media de eventos entre los periodos 1983–2002 y 2003–2022 mediante una prueba t-Student.

### 3) RESULTADOS

La Figura 1 muestra las frecuencias totales de los índices FDII, SESR y SPEI-1 a partir de los reanálisis ERA-5 Land y MERRA-2 para el período 1982–2022. En el ERA-5 Land, el FDII presenta máximos en el sur de Brasil y centro-oeste de Bolivia (>35 eventos) y mínimos en el



oeste de Argentina (<10 eventos). El SESR alcanza sus mayores frecuencias en el centro del dominio, con valores muy altos al centro-oeste en áreas hiperáridas, mientras que sus mínimos se ubican en Bolivia, el centro-oeste de Argentina y el oeste de Brasil. El SPEI-1 muestra un patrón similar al FDII, aunque con valores más bajos, excepto en el oeste de Argentina donde registra mayores frecuencias. En el MERRA-2, el FDII alcanza sus máximos en la región central y noreste del dominio (25–35 eventos), y sus mínimos en el centro de Brasil (<10 eventos). El SESR muestra máximos al este de 61°O y mínimos en el sur de Bolivia, oeste de Paraguay y sur de Argentina. El SPEI-1 registra las mayores frecuencias en el sur de Brasil, este de Uruguay y oeste del dominio (20–30 eventos).

Figura 1: Frecuencia total de SRD en el período 1982–2022, para los índices FDII (primera fila), SESR (segunda fila) y SPEI-1 (tercera fila). Reanálisis ERA-5 Land (columna izquierda) y MERRA-2 (columna derecha).

Aunque los tres índices presentan patrones distintos, se destaca coincidencias entre FDII y SPEI-1, especialmente en zonas húmedas y semiáridas. Al comparar los índices obtenidos a partir de ERA-5 Land y MERRA-2, el SPEI-1 y SESR mantienen patrones similares, mientras que el FDII muestra las mayores discrepancias espaciales entre reanálisis. Con respecto a la estacionalidad de las frecuencias, las SRD ocurren usualmente en el período cálido octubre-marzo, donde la demanda evaporativa es mayor (no se muestra). Dado que los eventos de SRD son poco frecuentes en escala anual en ciertas regiones del dominio, el

análisis de tendencias se enfocó en la cobertura espacial anual afectada por SRD (Tabla II). Considerando el reanálisis ERA-5 Land, los tres índices mostraron tendencias positivas y significativas, siendo el SPEI-1 y FDII los que mostraron mayor y menor pendiente respectivamente. El área afectada por SRD osciló entre valores cercanos a 1 y 5 millones de km<sup>2</sup> sobre un dominio total de 7,5 millones de km<sup>2</sup>, alcanzando máximos en 2021 para el SPEI-1 y SESR (no se muestra). En base al MERRA-2 también se observaron tendencias positivas significativas, con el SESR mostrando la mayor pendiente y el FDII una pendiente menor. En este reanálisis, el FDII dominó hasta 2012, pero luego el SESR fue el índice con mayor cobertura (no se muestra). Al analizar las frecuencias de SRD entre 1983–2002 y 2003–2022 (no se muestra) se observó que, para ambos reanálisis, ocurrieron incrementos significativos principalmente en los índices SPEI-1 y SESR. El FDII en general no presentó cambios significativos.

| Reanálisis/Índice | FDII                        | SESR                        | SPEI-1                      |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| ERA-5 Land        | 29.468 km <sup>2</sup> /año | 69.575 km <sup>2</sup> /año | 81.599 km <sup>2</sup> /año |
| MERRA-2           | 28.219 km <sup>2</sup> /año | 68.474 km <sup>2</sup> /año | 55.938 km <sup>2</sup> /año |

Tabla II: Pendiente de Sen para cada índice y reanálisis usado.

#### 4) CONCLUSIONES

Este estudio confirmó la ocurrencia de SRD en gran parte del dominio, pero con variaciones según el índice y la base de datos utilizada. Las mayores coincidencias se obtuvieron al comparar los resultados del FDII y el SPEI-1 con el ERA-5 Land. Entre índices, el SPEI-1 mostró un resultado similar entre ambos reanálisis, mientras que el SESR mostró buena coincidencia en el este del dominio y mayor discrepancia hacia el oeste. El FDII mostró diferencias según la base de datos utilizada. Por otro lado, para ambas bases de datos, los tres índices muestran un incremento en la ocurrencia espacial de SRD durante los últimos años. Temporalmente, el FDII no presentó cambios significativos.

#### REFERENCIAS

**Christian, J.; Basara, J.; Furtado, J.; Hunt, E.; Mishra, V.; Otkin, J.; Randall, R.; Xiao, X., 2021:** Global Distribution, Trends, and Drivers of Flash Drought Occurrence. *Nar. Commun.* 2021, 12 (1), 6330.

**Kucheruk, L.; Naumann, G.; Rivera, J.; Spennemann, P., 2024:** Climatología de Sequías de Rápido Desarrollo en la Pampa Húmeda Argentina. *Meteorológica* 2024, 49, 025.

**Noguera, I.; Dominguez-Castro, F.; Vicente-Serrano, S., 2020:** Characteristics and Trends of Flash Droughts in Spain, 1961-2018. *Amm. N. Y. Acad. Sci.* 2020, 1472 (1), 155-172.

**Otkin, J.; Anderson, M.; Basara, J.; Christian, J.; Ford, T.; Hoell, A.; Hunt, E.; Nguyen, H.; Svoboda, M.; Wheeler, M.; Zhong, Y., 2021:** Development of a Flash Drought Intensity Index. *Atmosphere* 2021, 12 (6), 741.