

# INDICADOR COMBINADO DE SEQUÍAS AGRÍCOLAS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE SEQUÍAS PARA EL SUR DE SUDAMÉRICA (CDI-SISSA)

**Spennemann, Pablo<sup>1,2</sup>, Peretti, Mercedes<sup>3</sup>, Vera Carolina<sup>4,5</sup>, Gonzalez Marcela<sup>4,5</sup>, Daniel Bonhaure<sup>6</sup> y Maria de los Milagros Skansi<sup>7</sup>**

[pspennemann@smn.gob.ar](mailto:pspennemann@smn.gob.ar). Autor correspondiente

<sup>1</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Servicio Meteorológico Nacional (SMN), Dorrego 4019, CABA, Argentina.

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Tres de Febrero (UNTREF), Mosconi 2736, Sáenz Peña, Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup>Facultad de Agronomía, Departamento de Recursos Naturales y Ambiente, Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453, C1417DSE Buenos Aires, Argentina.

<sup>4</sup>Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos

<sup>5</sup>CONICET-Universidad de Buenos Aires, Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA). CNRS-IRD-CONICET-UBA, Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (IRL3351 IFAECI), Buenos Aires, Argentina.

<sup>6</sup>Centro Regional del Clima para el Sur de Sudamérica

<sup>7</sup>Servicio Meteorológico Nacional (SMN), Dorrego 4019, CABA, Argentina.

**Palabras clave:** Sequías, Monitoreo, SISSA

## 1) INTRODUCCIÓN

Los indicadores combinados buscan representar las sequías en base a un conjunto de variables y/o índices en forma integral, lo cual permite capturar distintas características espacio-temporales de la evolución de las sequías (WMO y GWP, 2016). El Indicador Combinado de Sequía del Global Drought Observatory (CDI-GDO, Cammalleri y otros, 2021), utiliza 3 variables/índices para representar la propagación temporal de la sequía a través de la rama terrestre del ciclo hidrológico. Es decir, se enfoca en representar cómo la señal de la sequía se propaga desde un déficit de precipitación, a las anomalías de humedad del suelo (HS) y por último a un impacto por estrés hídrico en la vegetación. El CDI-GDO mostró una buena capacidad en representar la severidad, extensión espacial y evolución temporal sobre la región del sur de Sudamérica (CRC-SAS), pero ciertos eventos no mostraron la transición gradual esperada entre las categorías Atención, Advertencia y Alerta, apareciendo en algunas regiones directamente la categoría Advertencia o Alerta (Spennemann y otros, 2024). Esta dificultad para representar la evolución de la sequía, puede deberse a la naturaleza del fenómeno (e.j. Sequías de Rápido Desarrollo), o al uso de datos globales de precipitación con una baja frecuencia de actualización (mensual). Esta situación motivó la aplicación de ciertos ajustes al CDI-GDO en busca de mejoras para el monitoreo de las sequías agrícolas en la región. Estos aspectos impulsaron la implementación regional del CDI-SISSA.

## 2) DATOS Y METODOLOGÍA

El CDI-SISSA fue desarrollado y transferido al Centro Regional del Clima para el Sur de Sudamérica (CRC-SAS), en el cual funciona en forma operativa y está disponible para su uso a través del portal [SISSA](https://sisssa.crc-sas.org). El indicador monitorea la evolución de las sequías, desde su inicio hasta su fin, mediante 6 categorías: la categoría “Atención” corresponde a un déficit de precipitación (Índice de Precipitación Estandarizado (SPI, siglas en inglés), “Advertencia” a un déficit de precipitación y de HS (modelo hidrológico Lisflood-GDO), y “Alerta” a un déficit de precipitación sumado a un estrés en la vegetación (fracción de Radiación Fotosintéticamente Activa (fAPAR), MODIS/VIRS). Las categorías “Recuperación temporal por HS” y “Recuperación temporal por fAPAR” representan mejoras temporarias y por último la categoría “Recuperación total” corresponde a cuando la precipitación, la HS y las anomalías de fAPAR se normalizan. Las categorías Atención, Advertencia y Alerta denotan la severidad de la sequía. En la Figura 1 se muestra la evolución de un evento de sequía y los distintos umbrales, que activan las distintas categorías. El detalle de las condiciones necesarias para alcanzar cada una de las 6 categorías y el cálculo de las anomalías se pueden ver en Cammalleri y otros (2021). El CDI-SISSA posee principalmente dos diferencias respecto al CDI-GDO operativo a escala global: 1) se calcula en puntos de estación utilizando observaciones de precipitación en superficie integradas por el CRC-SAS, y 2) se calcula el índice SPI-1 y SPI-3 cada 10 días, teniendo así 3 actualizaciones al mes para una mayor frecuencia temporal del producto, diferenciándose del CDI-GDO, en el cual el SPI se actualiza de forma mensual.

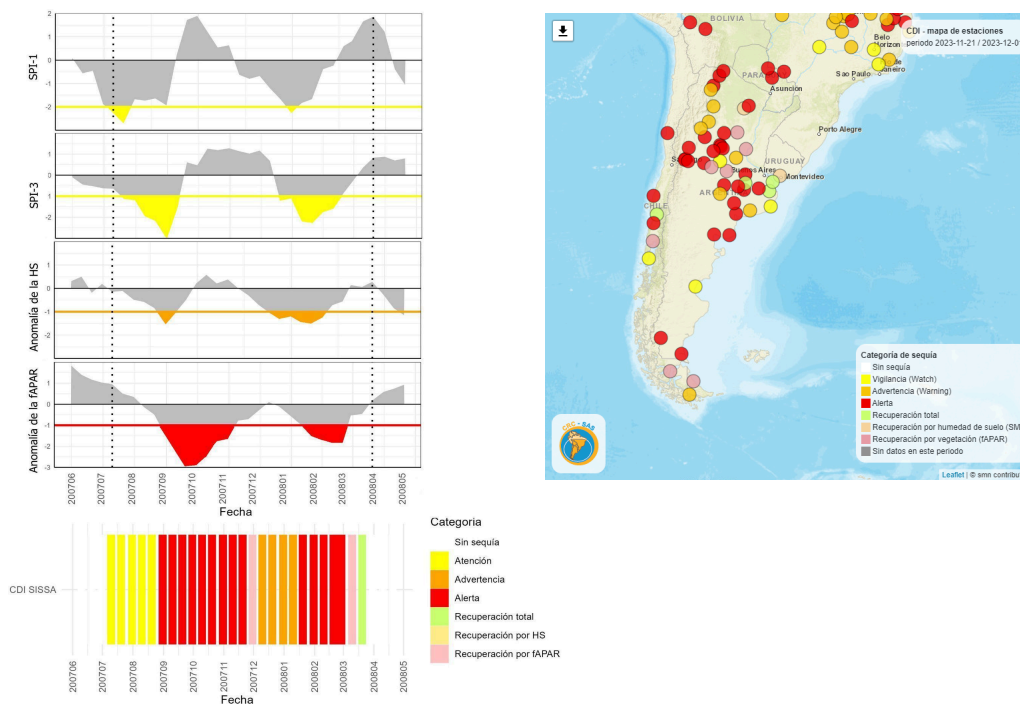


Figura 1. Izquierda (de arriba hacia abajo), evolución temporal de SPI-1, SPI-3, anomalías de HS y de fAPAR, sus umbrales y la correspondiente categoría del CDI-SISSA cada 10 días para la localidad de Tres Arroyos (60.3°W, 38.3°S) para el periodo junio 2007–mayo 2008. Derecha, mapa del CDI-SISSA por puntos de estación. Disponible en <https://sisssa.crc-sas.org/indice-de-sequia-agricola/>

### 3) EVALUACIÓN Y VISUALIZACIÓN

El CDI-SISSA se evaluó en el período 2001-2020 mediante correlaciones ranqueadas (Tau Kendall) entre la frecuencia de categorías (Atención + Advertencia + Alerta) y anomalías de simulaciones de rindes de soja y maíz en las localidades de Gualeguaychú (-58.6°W,-33.0°S), Río Cuarto (-64.2°W,-33.1°S), 9 de Julio (-60.8°W,-35.4°S) y Tres Arroyos (-60.2°W,-38.3°S) de Argentina. Las simulaciones de rindes se basaron en el modelo DSSAT v4.5, consistiendo en un conjunto de entre 90 y 200 miembros para los rendimientos de maíz y soja, distintas condiciones iniciales de HS, distintas fechas de siembra y 3 suelos típicos según la ubicación. Se observó en general un buen grado de asociación negativo entre el CDI-SISSA y la mediana del ensamble de anomalías de rindes, indicando que un mayor número de décadas bajo categoría de sequía se corresponde con valores reducidos de rendimiento tanto para la soja como para el maíz (no se muestra), similar a lo documentado por Spennemann y otros (2024) sobre 14 localidades de la Pampa Húmeda. A su vez, logró representar adecuadamente la severidad de la sequía y un buen acuerdo con las declaraciones de emergencia agrícola de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, sobre las 4 localidades (no se muestra). Al analizar un evento en particular, la evolución temporal del CDI-GDO y del CDI-SISSA para la localidad de Tres Arroyos (junio 2007– mayo 2008), se pudo observar que con la incorporación de datos locales de SPI se anticipa dos décadas (20 días) la categoría de Atención (no se muestra).

Como se indicó previamente, el CDI-SISSA fue implementado como herramienta de monitoreo de sequías agrícolas en el sur de Sudamérica en la página web del SISSA en dos formatos distintos. Por un lado, se presenta CDI-SISSA en un mapa para cada punto de estación y para una década determinada (ver Figura 1, derecha). Por otra lado, al seleccionar una localidad se puede visualizar la evolución temporal del CDI-SISSA. Cada categoría del indicador se muestra con su color correspondiente y se puede visualizar el mapa del periodo más actual o consultar mapas de periodos anteriores. En todos los casos los gráficos pueden descargarse en diferentes formatos. El producto más actual que se puede visualizar y consultar en la página web tendrá un retraso de aproximadamente 3 o 4 semanas respecto a la fecha actual, dependiendo de la disponibilidad de los datos de HS y fAPAR.

## REFERENCIAS

- Cammalleri C, Arias-Muñoz C, Barbosa P. y otros, 2021:** A revision of the Combined Drought Indicator (CDI) used in the European Drought Observatory (EDO). *Nat Hazards Earth Syst Sci* 21:481– 495. <https://doi.org/10.5194/nhess-21-481-2021>
- Spennemann P.C., Naumann, G., Peretti, M. y otros, 2024:** Evaluation of a combined drought indicator against crop yield estimations and simulations over the Argentine Humid Pampas. *Theor Appl Climatol* 155, 7463–7478 (2024). <https://doi.org/10.1007/s00704-024-05073-8>
- World Meteorological Organization (WMO) and Global Water Partnership (GWP), 2016:** Handbook of Drought Indicators and Indices. and Guidelines, Series 2, Geneva, Switzerland, 45, <https://public.wmo.int/en/resources/library/standardized-precipitation-index-user-guide2016>