

# EVALUACIÓN PRELIMINAR DE UN ÍNDICE COMBINADO DE SEQUÍAS EN LA PAMPA HÚMEDA DE ARGENTINA

Spennemann P.<sup>1</sup>, G. Naumann<sup>2</sup>, M.E. Fernández Long<sup>3</sup>, M. Salvia<sup>4</sup>, M. Maas<sup>1</sup>, C. Cammalleri<sup>5</sup>, G. Podestá<sup>6</sup>

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

<sup>1</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

<sup>2</sup>International Center for Environmental Monitoring (CIMA) Research Foundation, Savona, Italy

<sup>3</sup>Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA), Argentina

<sup>4</sup>Grupo de Teledetección Cuantitativa, IAFE-CONICET/UBA, Buenos Aires, Argentina

<sup>5</sup>European Commission, Joint Research Centre, Ispra, Italy

<sup>6</sup>Sistema de Información sobre Sequía para el sur de América del Sur, SISSA

**Palabras claves:** Sequías, Índice Combinado, Monitoreo

## 1) INTRODUCCIÓN

Las sequías pueden generar grandes impactos en el sector agrícola, en particular cuando la actividad se realiza en condiciones de secano como en la Pampa Húmeda de Argentina. Por ejemplo, en las dos importantes sequías de 2008/09 y 2011/12, el país sufrió pérdidas del orden de los USD 8.000 millones solo en la producción de soja (Thomasz y otros, 2019). Estos impactos justifican los esfuerzos globales y regionales desarrollados por diferentes instituciones y organizaciones para mejorar el monitoreo y el pronóstico de variables claves relacionadas con las sequías (e.g. el Centro Regional del Clima para el sur de América del Sur, CRC-SAS, de la Organización Meteorológica Mundial, y el Global Drought Observatory, GDO, de la Comisión Europea. El trabajo de Sepulcre-Canto y otros (2012) (en adelante, "SC12") propone un índice combinado (CDI, por sus siglas en inglés) para monitorear sequías agrícolas. El CDI contempla la relación causal y secuencial entre la precipitación, la humedad del suelo y el estado de la vegetación. El objetivo de este trabajo es evaluar la configuración del CDI propuesta por SC12 y explorar las asociaciones entre las distintas categorías de alerta de sequía e impactos como el rendimiento de cultivos o las declaraciones de emergencia agropecuaria en la Pampa Húmeda.

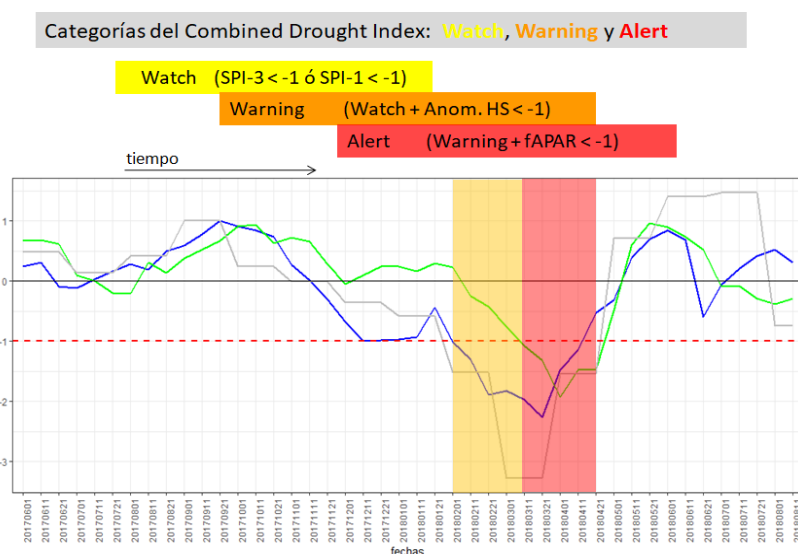
## 2) DATOS Y METODOLOGÍA

El CDI utiliza las categorías Watch, Warning y Alert, tal como se detalla en el diagrama de la Figura 1, donde además están definidos los distintos umbrales de los índices y anomalías de las variables. Para el déficit de precipitación se utiliza el Standardized Precipitation Index (SPI) basado en los datos mensuales del Global Precipitation Climatology Centre (GPCC, 1°x 1°). Las anomalías decadales (10 días) de humedad del suelo son calculadas a partir de un producto que combina el modelo hidrológico LISFLOOD (0.1° x 0.1°) con estimaciones satelitales de temperatura y humedad del suelo (ver Cammalleri y otros, 2017). Las anomalías decadales del índice de estrés de vegetación se basan en el fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation (fAPAR, 1.2 km x 1.2 km, ver detalles en <https://edo.jrc.ec.europa.eu/gdo/php/index.php?id=2101>). En base al dato mensual de SPI y a los datos decadales de humedad del suelo y fAPAR la categoría del CDI se actualiza 3 veces por mes. Los datos de humedad del suelo y estimaciones de fAPAR se interpolan a la retícula de 1°x1° del GPCC. Se analizaron los meses de septiembre a marzo del período

2001-2020. El área de estudio comprende la Pampa Húmeda (Lat 39°S-25°S y Lon 65°O - 50°O). Las estimaciones de rendimientos de soja y maíz y las declaraciones de emergencias agrícolas se obtuvieron del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina (MAGyP, 2022).

### 3) RESULTADOS

Se calcularon las correlaciones para distintos desfases temporales entre el dato mensual de SPI y las anomalías de humedad del suelo y fAPAR para los meses de septiembre a marzo de cada año. Se observaron valores de correlación ( $r$ ) media areal de: SPI-3 del mes N vs. la tercera década del mes N de humedad del suelo  $r = 0.63$ ; la primera década del mes N de humedad del suelo vs. la segunda década del mes N de fAPAR  $r = 0.57$ ; y SPI-3 del mes N vs. la segunda década del mes N+1 de fAPAR  $r = 0.44$ . Las correlaciones resultaron más altas que las documentadas por SC12 en Europa. A su vez, se observó una coincidencia con lo documentado por SC12, respecto al desfase en décadas de las máximas correlaciones entre las variables. Por lo tanto, la configuración operativa del CDI resulta también apropiada para la Pampa Húmeda. En este sentido el CDI se calculó a partir de los desfases de correlación

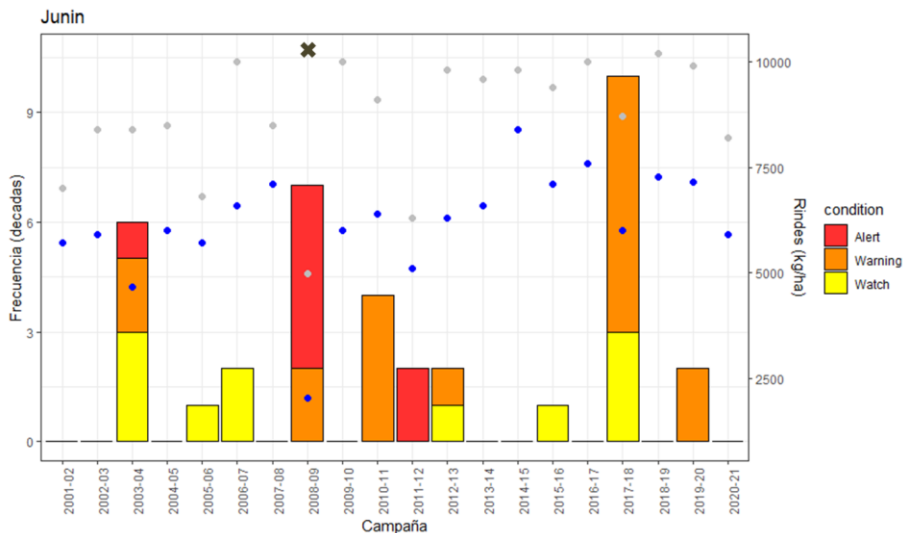


propuestos por SC12. En la Figura 1 se puede apreciar el funcionamiento del CDI durante la sequía 2017-2018 en Marcos Juárez (Córdoba).

**Figura 1.** Serie temporal de SPI-3 (línea gris), anomalías de humedad del suelo (HS, línea azul) y anomalías de fAPAR (línea verde) en Marcos Juárez, Pcia. de Córdoba, Arg. para el período junio 2017 a agosto

2018. El diagrama en la parte superior indica las categorías del Combined Drought Index (CDI) y la relación causal y secuencial de las mismas. La línea roja punteada indica el valor de -1 que es utilizado como umbral en el CDI. Diagrama superior adaptado de SC12.

Si bien este evento de sequía pone en evidencia que el CDI no logró capturar el rápido inicio del evento, debido a que el SPI se actualiza mensualmente, pasando directamente a la categoría de Warning el 01/02/2018, sí logró capturar la severidad relacionada a las 3 décadas en la categoría Warning y a las 4 décadas en la categoría de Alert. En la Figura 2 se analiza la frecuencia anual de eventos asignados a cada categoría del CDI respecto a las estimaciones anuales de rendimientos de los cultivos de verano de soja y maíz en Junín. El CDI representa satisfactoriamente los eventos de sequía más relevantes, como las de 2008-09, 2011-12, 2017-18 y 2019-20. En este sentido, se puede apreciar que la mayor frecuencia de categoría de Alert coincide con valores mínimos de rindes para ambos cultivos.



En particular el evento de 2008-09 es el que mayor frecuencia de la categoría Alert presenta y coincide con la única declaración de emergencia agropecuaria del período 2001-20 en Junín.

**Figura 2.** Frecuencia en décadas de cada categoría del índice CDI para Junín, Pcia. de Bs. As.. Rindes de los cultivos en kg/ha de soja

(puntos azules) y maíz (puntos grises). Las declaraciones de emergencia agropecuaria se simbolizan con una cruz (X). Se considera la campaña agrícola de septiembre-marzo para el período 2001-2020.

#### 4) CONCLUSIONES

El CDI, en su configuración operativa en el Global Drought Observatory, muestra ser apropiado para su uso en la Pampa Húmeda ya que captura adecuadamente los distintos eventos de sequías. A su vez, también muestra una buena relación entre las máximas frecuencias de la categoría Alert con valores mínimos de rendimientos en la localidad analizada. Desarrollos futuros incluirán la evaluación de la versión revisada del CDI (Cammalleri y otros, 2021) y otras modificaciones que permitan detectar cambios más rápidos a una mayor resolución espacial para mejorar el monitoreo de las sequías de rápido desarrollo.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por los proyectos PICT 2019-03639 y 2017-1406 de la ANPCyT. Los datos de este trabajo fueron adquiridos a través del portal del Global Drought Observatory (<https://edo.jrc.ec.europa.eu/gdo>)

#### REFERENCIAS

- Cammalleri, C., Vogt, J.V., Bisselink, B. and A. de Roo.** 2017. Comparing soil moisture anomalies from multiple independent sources over different regions across the globe. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 21, 6329-6343. <https://doi.org/10.5194/hess-21-6329-2017>.
- Cammalleri, C., Arias-Muñoz, C., Barbosa, P., de Jager, A., Magni, D., Masante, D., Mazzeschi, M., McCormick, N., Naumann, G., Spinoni, J., and Vogt, J.:** 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>, 2021.
- MAGyP,** 2022. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Oficina de Monitoreo de Emergencias y Desastres Agropecuarios. Acceso Mayo, 2022. [Online]. [https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/d\\_eda/resoluciones/](https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/d_eda/resoluciones/)
- Sepulcre-Canto, G., Horion, S., Singleton, A., Carrao, H., Vogt, J.,** 2012. Development of a Combined Drought Indicator to detect agricultural drought in Europe. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 12, 3519-3531. <https://doi.org/10.5194/nhess-12-3519-2012>
- Thomaz E. O.; Vilker A. S.; Rondinone G.,** 2019: The economic cost of extreme and severe droughts in soybean production in Argentina. *Contaduría y Administración* 64(1), 2019, 1-24. <http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2018.1422>