

# IMPACTO DE EVENTOS EXTREMOS COMPUESTOS SOBRE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA BRUTA EN LA REGIÓN PAMPEANA

Belén Amancay Martorelli<sup>1,2</sup>, Rodrigo Andrés Merino<sup>2,3</sup>, Maria Isabel Gassmann<sup>2,3</sup>,  
María L. Bettoli<sup>2,3</sup>

[martorelli.belen@inta.gob.ar](mailto:martorelli.belen@inta.gob.ar) [rmerinomt@gmail.com](mailto:rmerinomt@gmail.com)

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

<sup>2</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

<sup>3</sup>Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (FCEyN - UBA)

**Palabras clave:** Estrés térmico, déficit hídrico, SPEI, balance de carbono

## 1) INTRODUCCIÓN

En décadas recientes se ha registrado un aumento considerable en la frecuencia de eventos climáticos extremos. En particular, la ocurrencia simultánea de eventos de sequía y temperaturas elevadas (denominados eventos extremos compuestos) ha recibido creciente atención por su capacidad de amplificar los impactos en comparación con eventos individuales (Wu y otros, 2020). Estos fenómenos, cuya frecuencia y extensión espacial han aumentado en varias regiones del mundo (Sarhadi y otros, 2018), representan un desafío significativo para la sostenibilidad de los sistemas productivos, la salud de los ecosistemas y el bienestar de la sociedad en su conjunto.

Desde una perspectiva ecofisiológica, las plantas son especialmente vulnerables a este tipo de eventos compuestos. El estrés térmico y la escasez de agua afectan negativamente procesos clave como la fotosíntesis, la apertura de estomas y la actividad enzimática. La suma de estos efectos combinados puede generar una disminución de la eficiencia de captura de carbono de los ecosistemas, y por ende, afectar de forma considerable el balance de carbono de la biosfera.

En este trabajo se propone analizar la ocurrencia de eventos compuestos secos y cálidos en la región pampeana Argentina durante las últimas décadas y evaluar su impacto sobre la producción primaria bruta (GPP, por sus siglas en inglés) en zonas de cultivo.

## 2) MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio de este trabajo es la región núcleo-productiva Argentina (30-38°S y 58-66°O). Debido a que se desea estudiar el impacto de los eventos compuestos sobre los cultivos principales de la región, se analizaron únicamente los meses típicamente asociados al desarrollo vegetativo de las plantas de soja (*Glycine max*), entre diciembre y marzo.

Existen diversas metodologías que permiten caracterizar eventos compuestos, habitualmente considerando criterios basados en percentiles o umbrales fijos de temperatura y precipitación. En este trabajo se definieron como “meses con evento cálido” a aquellos en que existieran al menos 10 días al mes en que la temperatura máxima diaria supera los 32°. Se decidió utilizar este umbral ya que representa el límite superior de tolerancia a la temperatura de las plantas de soja (Ergo y otros, 2018). En el caso de los eventos secos, se utilizó el índice

SPEI (Vicente-Serrano y otros, 2010) para evaluar la disponibilidad hídrica. De esta manera, se definieron como “meses con evento seco” a aquellos en que el índice SPEI fuera inferior a -1. Por último, los “eventos compuestos” se definieron como aquellos meses en que se cumplieran los criterios de evento cálido y de evento seco de forma simultánea.

Los datos de temperatura máxima diaria se obtuvieron de la base de datos CRUv4, mientras que los de SPEI de la base SPEIbase (Vicente-Serrano y otros, 2010), ambas con una resolución espacial de  $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ . De esta manera, cada punto de retícula del dominio utilizado fue clasificado en función de los criterios mencionados anteriormente en 4 categorías: “mes normal”, “mes con evento cálido”, “mes con evento seco”, mes con evento compuesto”. Este criterio se aplicó para todos los meses del periodo 2000-2022.

Para estudiar el impacto de los eventos compuestos sobre la captura de carbono se utilizó la base de datos MOD17A2HGF, que contiene estimaciones de GPP cada 8 días obtenidas a partir de datos satelitales. A partir de estas imágenes se generaron promedios mensuales de GPP, y se re-escalaron los datos mediante promedios espaciales de modo de coincidir con la retícula utilizada por las bases de datos CRUv4 y SPEIbase. Luego, se eliminaron las tendencias para el periodo analizado y se calcularon las anomalías de GPP para cada mes (Figura 1). Por último, a partir de la clasificación generada se calculó una distribución de las anomalías de GPP para cada mes y tipo de evento.

### 3) RESULTADOS

La Figura 1 muestra, a modo de ejemplo, la clasificación obtenida para el mes de febrero de 2018. Durante este mes la región de estudio experimentó temperaturas elevadas y un pronunciado déficit hídrico, por lo que la mayoría de los puntos de retícula fueron clasificados como “evento compuesto”. Pueden observarse anomalías negativas de GPP para toda la zona de hasta  $-1.5 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  asociadas a este evento.

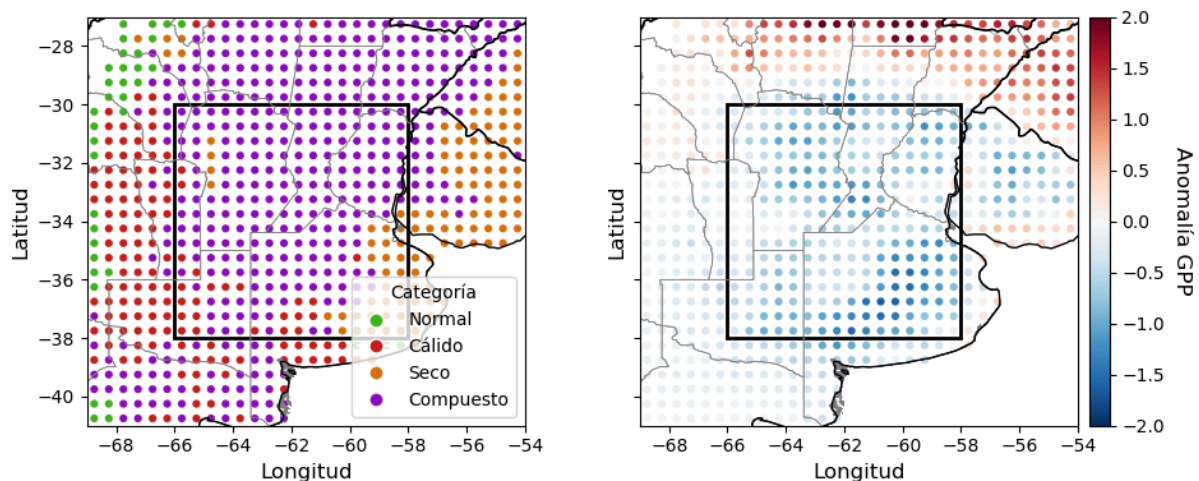


Figura 1 - Clasificación obtenida para eventos “normales”, “cálidos”, “secos” o “compuestos” (izquierda) y anomalías de GPP ( $\text{g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ) para el mes de febrero de 2018.

La Figura 2 muestra las distribuciones de anomalías de GPP según el tipo de evento para cada mes. Para todos los meses la mediana asociada a los eventos normales posee valores de entre  $0.2$  a  $0.5 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ . Por otro lado, los eventos cálidos muestran anomalías de entre  $-0.1$  y  $-0.6 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ , los eventos secos de entre  $0.2$  y  $-0.5 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ , y los eventos

compuestos de entre  $-0.6$  y  $-0.8 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ .

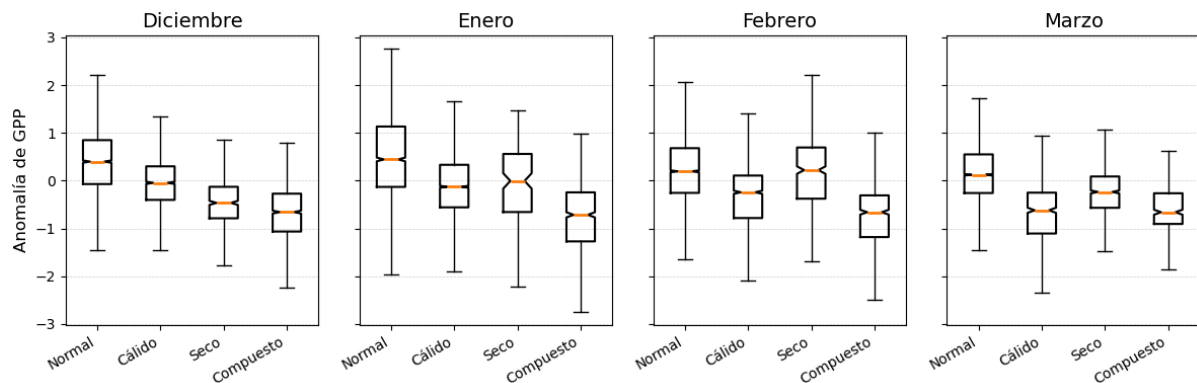


Figura 2 - Boxplot de anomalías de GPP ( $\text{g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ) para eventos normales, cálidos, secos y compuestos en el área de estudio en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo.

#### 4) DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las distribuciones de anomalías de GPP obtenidas para eventos compuestos presentan, en general, valores inferiores con respecto a los asociados a eventos individuales cálidos y secos. La combinación de estrés térmico y deficiencia hídrica limita el proceso de fotosíntesis de las plantas de forma considerable. Las plantas poseen mecanismos que podrían generar una compensación que modera las caídas de GPP ante un solo tipo de estrés, como por ejemplo la apertura de estomas que permite la disipación de calor mediante transpiración vegetal o el desarrollo de raíces más profundas ante condiciones de déficit hídrico.

Las medianas de casos compuestos representan caídas de entre 16 y 18% con respecto a la captura de carbono promedio de cada mes (diciembre:  $3.61 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ , enero:  $3.87 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ; febrero:  $4.30 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ; marzo:  $3.89 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ). Además, temperaturas elevadas pueden asociarse a un incremento en la emisión de carbono por la respiración de las plantas y del suelo. De esta manera, los eventos compuestos pueden generar alterar considerablemente el balance de carbono de los ecosistemas.

#### REFERENCIAS

- Ergo, V. V., Lascano, R., Vega, C. R., Parola, R., & Carrera, C. S. (2018).** Heat and water stressed field-grown soybean: A multivariate study on the relationship between physiological-biochemical traits and yield. *Environmental and Experimental Botany*, 148, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2017.12.023>
- Sarhadi, A., Ausín, M. C., Wiper, M. P., Touma, D., & Diffenbaugh, N. S. (2018).** Multidimensional risk in a nonstationary climate: Joint probability of increasingly severe warm and dry conditions. *Science advances*, 4(11), eaau3487. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aau3487>
- Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., López-Moreno, J. I., Angulo, M., & El Kenawy, A. (2010).** A new global 0.5 gridded dataset (1901–2006) of a multiscale drought index: comparison with current drought index datasets based on the Palmer Drought Severity Index. *Journal of Hydrometeorology*, 11(4), 1033-1043. <https://doi.org/10.1175/2010JHM1224.1>
- Wu, Xinying & Hao, Zengchao & Tang, Qihong & Singh, Vijay & Zhang, Xuan & Hao, Fanghua. (2020).** Projected increase in compound dry and hot events over global land areas. *International Journal of Climatology*. 41. <https://doi.org/10.1002/joc.6626>.