



Foto: Nicolás Maltese

MANEJO DEL CULTIVO DE MAÍZ EN AÑO NIÑO: ¿qué esperar de los balances hídricos?

Ing. Agr. Dr. Nicolás Maltese, Ing. Agr. PhD Fernando Lattanzi, Ing. Agr. Dr. Sebastián Mazzilli

Sistema Agrícola-Ganadero y Área de Pasturas y Forrajes

El análisis de series históricas de datos meteorológicos es una herramienta útil para apoyar la toma de decisiones de manejo. El presente artículo analiza dinámicas de agua disponible derivada de balances hídricos con el objetivo de ayudar a definir –en un contexto de previsión de año Niño– el escenario más probable.

INTRODUCCIÓN

En Uruguay, la mayor parte de la superficie agrícola y lechera de maíz se siembra en secano, menos del 5 % del área se realiza bajo riego. La combinación de lluvias variables y suelos con relativamente escasa capacidad de almacenaje de agua usualmente expone a los cultivos de maíz a variaciones muy contrastantes de la disponibilidad hídrica en el corto plazo (semanas).

Además, estos efectos se combinan con una elevada frecuencia de estrés por altas temperaturas, principalmente en los meses de diciembre y enero.

El rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) es particularmente sensible al estrés durante el período considerado entre 200 °Cd antes y 250 °Cd después de la aparición de estigmas (temperatura base de 8 °C; Cerrudo *et al.*, 2013).

Determinación de componentes reproductivos en el cultivo de maíz

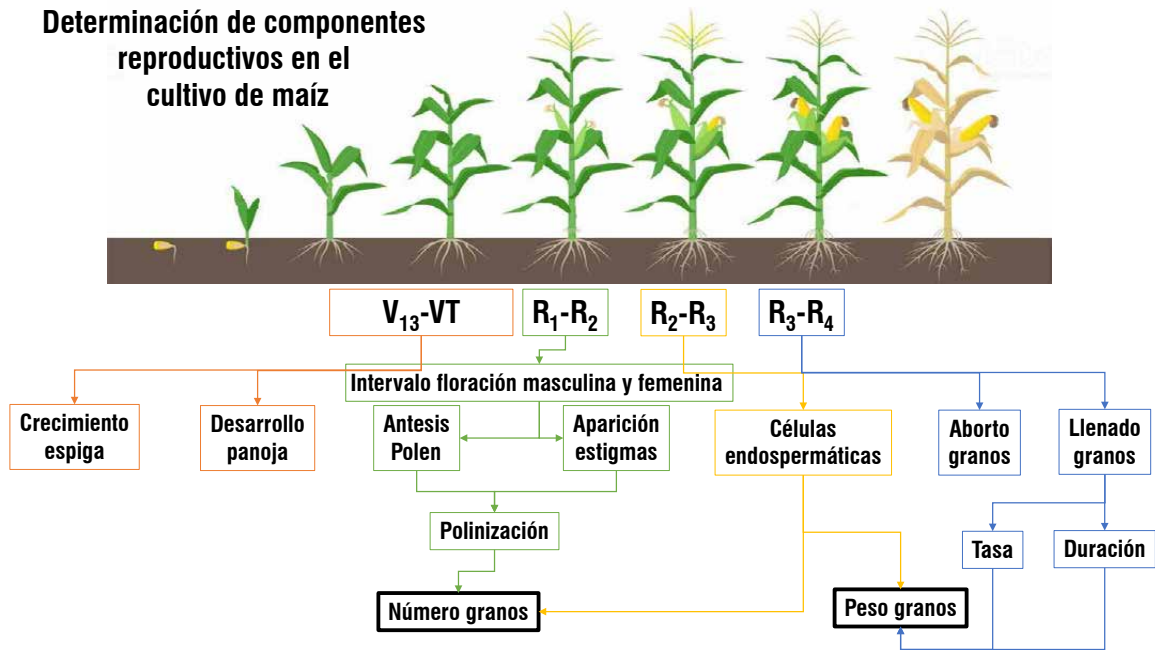


Figura 1 - Esquematación gráfica de la determinación de los componentes reproductivos en el cultivo de maíz. Los cuadros indican la aparición de los diferentes componentes reproductivos por rangos de etapas fenológicas y las flechas, relaciones funcionales entre componentes.

En este período crítico, que transcurre aproximadamente entre V13 a R3, es donde queda determinado el principal componente de rendimiento, el número de granos por unidad de área. Luego de R3, eventos de estrés bióticos (enfermedades y plagas) o abióticos (estrés hídrico, golpes de calor) afectarán principalmente el peso de grano (Figura 1).

La ocurrencia de frecuentes períodos cortos de intenso estrés hídrico y/o térmico en etapas fenológicas acotadas, en las que se afecta sensiblemente el rendimiento, determina la característica inestabilidad interanual en rendimiento que caracteriza Uruguay.

Así, durante el período 2000-2021, ha habido un incremento anual de 139 kg/ha en el rendimiento medio nacional, pero con máximos y mínimos de 1530 y 7626 kg/ha y un coeficiente de variación de ca. 30 % (Figura 2). Esta inherente variabilidad a la que está expuesta la producción nacional de maíz podría exacerbarse ante escenarios de cambio climático que conlleven a una mayor frecuencia y/o intensidad de situaciones de estrés hídrico y golpes de calor, tal como los reportados en los últimos informes del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC; <https://www.ipcc.ch/language-2/spanish/>).

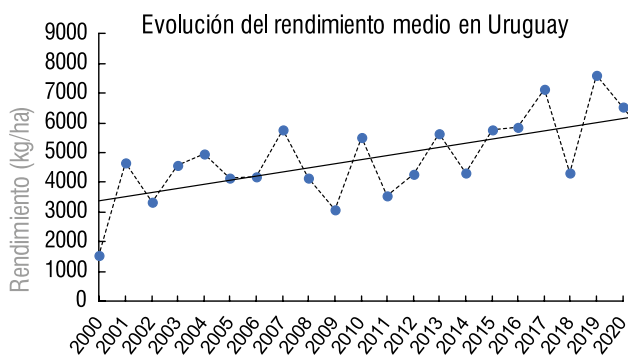


Figura 2 - Rendimiento medio del cultivo de maíz en Uruguay para el período 2000-2020. La línea negra continua representa la función lineal ajustada para el conjunto de datos.

Fuente: FAOSTAT (<https://www.fao.org/statistics/es/>).

FENÓMENO EL NIÑO OSCILACIÓN DEL SUR (ENSO)

La interacción entre variación de disponibilidad hídrica y rendimiento es adicionalmente modulada por la presencia del fenómeno *El Niño Southern Oscillation* (ENSO), comúnmente referido como Niño y Niña. Estudios climáticos a nivel mundial han reportado una teleconexión entre la temperatura superficial del mar en el pacífico ecuatorial, especialmente en la región 3.4, y el régimen de lluvias en Uruguay. Anomalías positivas de temperatura en el mar se asocian a fase Niño, en la que se esperan lluvias mayores a lo normal para

En la fase Niño se esperan lluvias mayores a lo normal para la región, principalmente entre octubre y diciembre.

la región, principalmente entre octubre y diciembre, mientras que anomalías negativas representan la fase Niña, que trae aparejado una mayor probabilidad de lluvias inferiores a lo normal. Para la zafra 2023-2024 los modelos climáticos coinciden ampliamente en la presencia de una fase Niño (<http://www.bom.gov.au/climate/ocean/outlooks/index.shtml#region=NINO34>).

¿CÓMO PREVER LA SITUACIÓN HÍDRICA Y AJUSTAR EL MANEJO DE MAÍZ?

El maíz es uno de los cultivos que más posibilidades otorga de ajustar el manejo de acuerdo al ambiente esperado. En este sentido, se puede sembrar en fechas tempranas o tardías ubicando el período crítico en diferentes momentos del año, con baja o alta densidad de plantas variando la demanda hídrica del cultivo, y combinarse con genética de alta tolerancia a estrés (>capacidad de fijar granos a bajas tasas de crecimiento por planta) y/o plasticidad reproductiva (>número y/o peso de granos). Para ajustar estas prácticas, es importante contar con pronósticos del escenario hídrico esperado. Para esto, conocer el comportamiento de la dinámica esperable del agua disponible en el suelo permitiría ajustar dichas prácticas de manejo agronómico, de manera tal que atenúen el efecto de eventos de estrés sobre el cultivo o permitan capturar eventuales mejoras en la oferta ambiental. ¿Cómo hacer tal previsión? El análisis de la dinámica histórica del nivel de agua disponible en el suelo a través de balances hidrológicos que tengan en cuenta las características propias del cultivo de maíz puede resultar una herramienta útil.

Al contar con una larga serie de datos agrometeorológicos (1967 - 2021) en INIA La Estanzuela (34°20' S; 57°41' O), se propuso evaluar los cambios en la dinámica de agua disponible en el suelo durante la estación de crecimiento de cultivos de maíz con fechas de siembra temprana (20 de setiembre) vs. tardía (15 de diciembre). Esto permite estimar el valor más probable de agua disponible y, más importante, su nivel de variabilidad interanual, como así también valores medios en función de la previsión ENSO.

Los balances hídricos aquí reportados se basan en la guía FAO N° 56. La evapotranspiración de referencia (ET₀) y las lluvias diarias efectivas en INIA

La Estanzuela fueron obtenidas del banco de datos climáticos de INIA (<http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico>).

Con esta información se calculó un balance hídrico seriado a paso diario sobre un suelo con una capacidad de almacenaje máxima de 90 mm, representativo de chacras en las que se siembra maíz. El agua disponible fue calculada como la diferencia entre la capacidad máxima de almacenaje y el punto de marchitez permanente.

¿CÓMO IMPACTA UN AÑO NIÑO SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN MAÍCES TEMPRANOS Y TARDÍOS?

Para fechas óptimas de siembra temprana (primeras 2 décadas de setiembre), la probabilidad de que el cultivo se inicie con el perfil de agua a su máxima capacidad (90 mm) es muy alta (Figura 3 superior).

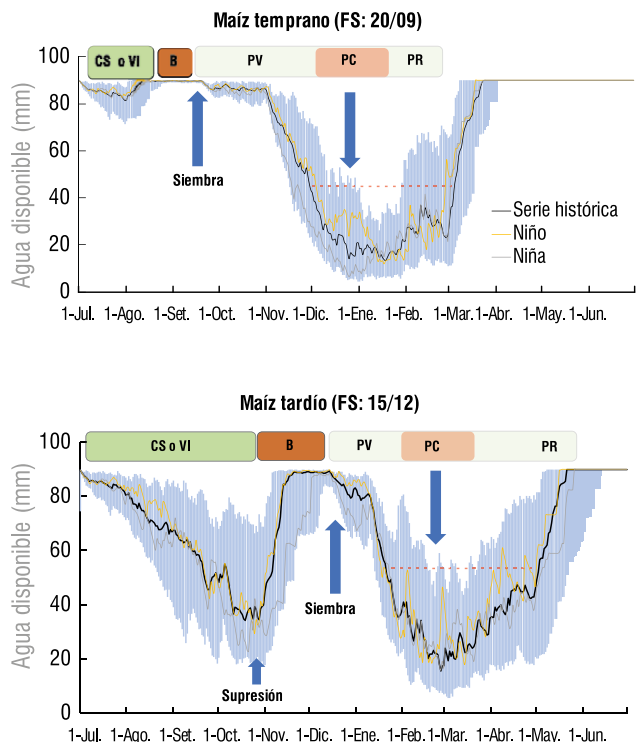


Figura 3 - Agua disponible durante el ciclo de cultivo de un maíz de siembra temprana (20 de setiembre) y tardía (15 de diciembre) en un suelo de INIA La Estanzuela con 90 mm de capacidad máxima de almacenaje. Las líneas negra, gris y amarilla representan el agua disponible para la serie histórica (1967-2021), la fase Niña (21 años) y Niño (19 años), respectivamente. Las bandas sombreadas representan la variabilidad (datos incluidos entre el percentil 20 y 80, es decir, una probabilidad de ocurrencia tres de cada cinco años, para la serie histórica analizada). La línea roja cortada representa el umbral crítico (60 % del agua útil) por debajo del cual el cultivo presenta déficit hídrico. CS: cultivo de servicio; VI: verdeo de invierno; B: barbecho; PV: período vegetativo maíz; PC: período crítico maíz; PR: período reproductivo maíz.

Para fechas óptimas de siembra temprana (primeras 2 décadas de setiembre), la probabilidad de que el cultivo se inicie con el perfil de agua a su máxima capacidad es muy alta.

En la medida que, a partir de noviembre, el cultivo crece y se desarrolla, aumenta significativamente su área foliar y el agua disponible disminuye marcadamente. En años Niña esto ocurre de manera anticipada; en años Niño no hay mayor diferencia. La mayor variabilidad interanual se encuentra alrededor del período crítico para definición del rendimiento: en uno de cada cinco años el agua disponible en este período es mayor de 40 mm, pero en uno de cada cinco es menor a 10 mm. Allí se define el número de granos por unidad de área, es decir el principal componente del rendimiento. Es justo aquí donde los años Niño y Niña más se diferencian, con unos 30 mm de diferencia en agua útil. Por lo tanto, es esperable un marcado efecto de las fases del ENSO sobre el rendimiento del cultivo en maíces tempranos. Luego de R3 (grano lechoso), el nivel de agua disponible sigue una dinámica similar en años Niño, Niña o serie histórica.

Para fechas óptimas de siembra tardía (segunda década de diciembre), la dinámica de agua en el suelo resulta diferente a la de cultivos con fecha de siembra temprana (Figura 3 inferior). El barbecho más retrasado determina que el cultivo antecesor (cobertura o verdeo de invierno) consume agua durante parte de la primavera. Para tener una alta probabilidad de que el perfil hídrico se recupere, hasta llegar a la capacidad máxima a inicios de diciembre, el barbecho debe comenzar a fines de octubre o principios de noviembre. En años Niña la recuperación del perfil hídrico es más lenta y se observa un período acotado con niveles de contenido máximo de agua. A diferencia de maíces tempranos, durante el período crítico, el nivel de agua disponible es mayor, y sin diferencias marcadas entre años Niño y Niña para la serie analizada (1967-2021). Por lo tanto no resulta esperable un efecto de las fases del ENSO sobre el rendimiento de maíces tardíos.

IMPLICANCIAS DEL BALANCE HÍDRICO EN AÑOS NIÑO

Los pronósticos para la zafra 2023-2024 resultan promisorios, asociados a una fase Niño, con 40-45 % de probabilidad de lluvias por encima de lo normal (<https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/seasonal-climate-forecasts/>).

Esta mejora en la oferta ambiental sería mayormente capitalizada por maíces de siembra temprana debido a que crecen bajo niveles más elevados de radiación solar alrededor de floración, sin embargo, no evitarían eventuales períodos de déficit hídrico o estrés por alta temperatura. No obstante, frente a un eventual período de estrés por calor, si el agua disponible en el suelo es mayor, el cultivo presentaría una mayor capacidad de regular su temperatura a través del proceso de transpiración. Adicionalmente, bajo el contexto actual, maíces de segunda podrían presentar una mejor implantación, ya que habría mayor probabilidad de partir con alta disponibilidad de agua al momento de la siembra. Finalmente, menores efectos del año Niño sobre el rendimiento serían esperables sobre maíces tardíos, ya que no se observa una señal clara de este fenómeno sobre el balance hídrico alrededor de floración.

REFERENCIAS

Cerrudo, A., Di Matteo, J., Fernández, E., Robles, M., Pico, L.O., Andrade, F.H., 2013. Yield components of maize as affected by short shading periods and thinning. *Crop and Pasture Science* 64, 580-587. doi: 10.1071/CP13201



Figura 4 - Cultivo de maíz de segunda.