

SISTEMA DE PRONÓSTICO EXTENDIDO DE RESERVA DE AGUA ADAPTADO AL CULTIVO DE SOJA PARA EL MANEJO DEL RIESGO AGROPECUARIO

Félix M. Carrasco G.¹, Marisol Osman^{2,3,4,5}, Carolina Vera^{2,3,4}, Adriana Basualdo¹
fcarrasco@magyp.gob.ar. Autor/a correspondiente.

¹Oficina de Riesgo Agropecuario, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (ORA-MAGyP)

² Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. Buenos Aires, Argentina.

³CONICET – Universidad de Buenos Aires. Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA). Buenos Aires, Argentina.

⁴CNRS – IRD – CONICET – UBA. Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (IRL 3351 IFAECI). Buenos Aires, Argentina.

⁵Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Germany

Palabras clave: Pronóstico, Balance Hídrico, modelación, soja.

1) INTRODUCCIÓN

El impacto de los fenómenos climáticos como las sequías y las inundaciones sobre la producción agropecuaria es importante en Argentina, dado que gran parte de esta actividad se realiza a secano quedando expuesta a la variabilidad climática durante la campaña. Dicha variabilidad exhibe considerable amplitud en distintas escalas temporales en la región centro-este de Argentina con posibilidad de ocurrencia de eventos extremos de temperatura y lluvia que generan un gran impacto.

Actualmente la Oficina de Riesgo Agropecuario (ORA) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina (MAGyP) realiza un monitoreo operativo de condiciones hídricas de cultivos y estima el riesgo de sequía/exceso a 7 días a partir de escenarios seco, normal y húmedo derivados de las series históricas de cada estación que se monitorea (Basualdo et al., 2015). El conocimiento científico de las causas que producen la variabilidad climática regional así como de sus niveles de predictibilidad ha aumentado considerablemente en los últimos años (ej. Osman y Vera, 2017). Esto permite entonces plantearse el desafío de utilizar pronósticos climáticos en la evaluación del riesgo agroclimático.

El siguiente trabajo describe el esfuerzo conjunto realizado a partir de un Proyecto de Desarrollo Estratégico (PDE) de la UBA entre el grupo de investigación DIVAR (CIMA/DCAO), el programa de Vulnerabilidad Socioeconómica al riesgo Climático (FCE/UBA) y la ORA/MAGyP con el fin de desarrollar una herramienta de pronóstico de balance hídrico de agua en el suelo basada en la utilización de pronósticos climáticos hasta 30 días, con foco en el cultivo de soja. A continuación, se muestran los resultados obtenidos para la última campaña considerando 8 localidades en Argentina con estaciones meteorológicas operativas. Se incluye además la comparación con los escenarios climáticos realizados en la ORA a partir de las series históricas en el mismo plazo.

2) DATOS

Los datos utilizados corresponden a las series históricas observadas de temperatura máxima (tmax), temperatura mínima (tmin), humedad relativa media diaria (HR), heliofanía (Hs), velocidad media del viento a 10m (U10) y la precipitación acumulada (PP), disponibles en la base de datos diarios que la ORA actualiza 2 veces por semana con datos provenientes del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y de otras instituciones públicas y privadas. Las estaciones consideradas en este

estudio son: Ceres, Junín, Paraná, Resistencia, Rio Cuarto, Trenque Lauquen, Venado Tuerto y Villa María del Río Seco para la campaña de soja 2021/22.

Se utilizaron además los pronósticos retrospectivos diarios del modelo CFS v2 (Saha et al. 2012) elaborados por el National Center for Environmental Prediction (NCEP). A partir de estos datos con frecuencia cuatriderna, se estiman los valores diarios de tmax, tmin, HR, U10, radiación de onda corta acumulada y PP en las estaciones consideradas. El plazo de pronóstico considerado para este trabajo es de 30 días.

3) METODOLOGÍA

Metodología de balance hídrico

El modelo de balance hídrico (BH) utilizado se basa en una metodología propuesta por Basualdo (2010), a la cual se combina con la evapotranspiración estimada por el método FAO56 (Allen et al., 1998) y cuya ecuación se puede resumir como:

$$ALM_{final} + EXC_{final} = ALM_{inicial} + EXC_{inicial} + PP - ESC - PER - ETR \quad (1)$$

donde ALM es el almacenamiento de agua en el suelo, EXC son los excesos de agua acumulados en superficie, PP es la precipitación, ESC es el escurrimiento superficial, ETR es la evapotranspiración real del cultivo, PER es la percolación o infiltración profunda.

Metodología de calibración

Se implementó una calibración para las variables meteorológicas consideradas con el fin de reducir el impacto de los errores del pronóstico climático en la estimación del balance hídrico. Con excepción de la precipitación, se utilizó la metodología de quantile-quantile mapping según Boe et al (2007). La calibración de la precipitación se realizó siguiendo la metodología de Ines y Hansen (2006) que corrigen la intensidad (I) y la frecuencia (f_q) de esta variable. En ambos casos se utiliza la distribución histórica entre 1999-2010 para cada día de pronóstico, para cada variable meteorológica. Finalmente se comparan con la distribución observada en el mismo periodo, realizando calibraciones entre las variables que se utilizan de forma operativa similar al esquema que se muestra en la figura 1. Para la calibración de f_q , se obtienen los valores mínimos en cada distribución y se consideran nulos aquellos pronósticos por debajo de

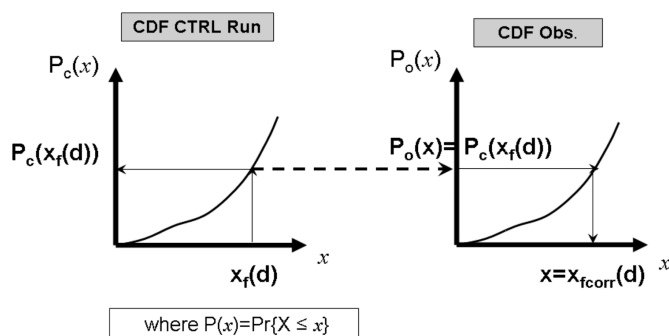


Figura 1: Esquema del proceso de calibración. cdf es la función de distribución acumulada empírica. Los subíndices f, c, o, denotan el pronóstico, el hidcanst y las observaciones, respectivamente. (Boe et al 2007)

dicho umbral.

Metodología de pronósticos operativos

Para el período entre 01/12/2021 y 25/05/2022 correspondiente a la campaña de soja 2021/22, se utilizaron pronósticos actualizados dos veces por semana (lunes y jueves) para las ocho estaciones consideradas. Para cada estación se consideran 16 pronósticos disponibles a partir del punto de retícula más cercano, que difieren en fecha/hora de inicio levemente distinta alrededor de la fecha de inicio del pronóstico. Para cada miembro se calcula el BH por separado obteniendo 16 ALM pronosticados que permiten calcular la mediana y una medida de la incertidumbre a partir de los percentiles correspondientes (BH-Clim). El pronóstico generado en ORA hasta 30 días utilizando escenarios hasta 30 días también se calculan en dicho periodo para comparar (BH-Esc)

4) RESULTADOS

La Figura 2 muestra el pronóstico para dos momentos durante la campaña en las cuales es posible ver el pronóstico para la estación Ceres inicializado el 26/12/2021 (figura izquierda) y el 05/01/2022 (figura derecha). El primero muestra una perspectiva de secamiento, que ocurrió al menos hasta dos semanas posteriores. La segunda muestra una recuperación que también ocurrió con al menos 2 semanas de anticipación. A modo preliminar, los resultados son alentadores dado los plazos considerados para prever secamiento y recuperación de agua en el suelo, algo que se dió en varias estaciones de la zona núcleo Pampeana, destacando también las lluvias que afectaron a fines de febrero y marzo de 2022.

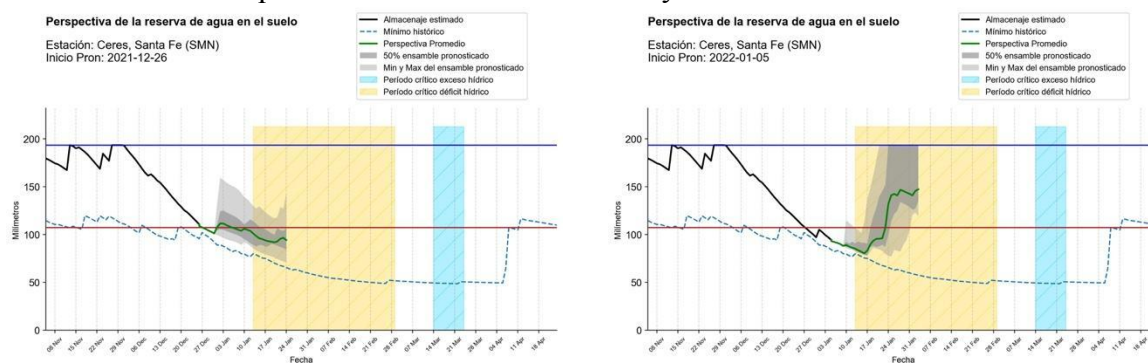


Figura 2: Pronóstico BH para la estación Ceres, Santa Fe. La imagen de la izquierda tiene inicio el 26/12/21 mostrando la intensificación del estado hídrico deficitario en las próximas semanas. Y la segunda imagen con el pronóstico desde el 05/01/22 donde se ve el secamiento que ocurrió. La línea verde corresponde a la mediana del ensamble, el área color gris oscuro corresponde al área entre el percentil 25 y 75 y el área gris clara al corresponde al máximo y mínimo.

La evaluación de los errores de los pronósticos en términos del error medio (BIAS) y Error Cuadrático Medio dió mejores resultados entre los 7-10 primeros días, aunque en algunos momentos de la campaña se obtuvieron buenos resultados hasta 15 días. Más allá de los 15 días de pronóstico la dispersión entre los valores extremos pronosticados por BH-Clim y en algunas fechas es similar a la dispersión entre los escenarios seco y húmedo de BH-Esc.

5) CONCLUSIONES

Se realizó un pronóstico de BH hasta 30 días para ocho estaciones en Argentina. Los resultados para el período comprendido en la campaña de soja 2021/2022 son satisfactorios y promisorios en general para los primeros 10-15 días de pronóstico. Se requiere extender este trabajo a otras campañas para poder generalizar estos resultados. Como trabajo futuro se planea además extender la red de estaciones y considerar otros cultivos, como el trigo, girasol y maíz, por nombrar algunos.

REFERENCIAS

- Basualdo A., 2010.** Balance hídrico diario para cultivos específicos. Disponible en el siguiente link: http://www.ora.gob.ar/informes/Reservas_de_Agua_Metodologia_balance.pdf
- Basualdo A., P. Carbajo, S. Ochiuzzi, 2015.** Generación de escenarios a futuro del estado hídrico de los cultivos mediante balance hidrológico. Buenos Aires, Argentina. 26-29 mayo 2015. Actas del Congremet XII en CD. CONGREGMET XII.
- Boe J., L. Terray, F. Habetsband, E. Martin, 2007.** Statistical and dynamical downscaling of the Seine basin climate for hydro-meteorological studies. *Int. J. Climatol.* 27: 1643–1655 (2007). DOI: 10.1002/joc.1602
- Ines A.V.M., J.W. Hansen, 2006.** Bias correction of daily GCM rainfall for crop simulation studies. *Agricultural and Forest Meteorology* 138 (2006) 44–53. doi:10.1016/j.agrformet.2006.03.009
- Osman, M. and C. Vera, 2017:** Climate predictability and prediction skill on seasonal time scales over South America from CHFP models. *Climate Dynamics*, 49: 2365. <https://doi.org/10.1007/s00382-016-3444-5>.