



A-23

ANÁLISIS DE LAS PREDICCIONES CLIMÁTICAS A PARTIR DE DISTINTOS SERVICIOS CLIMÁTICOS PARA LA PROGRAMACIÓN DEL RIEGO

Carricondo Anton, J.M.(P)¹, Jiménez-Bello, M.A.¹, Martínez Alzamora, F.¹, Sala Piqueras, A².

¹ Instituto de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente, Universitat Politècnica de València, Camí de Vera s/n, Valencia, España, juacaran@upv.es

² Instituto Universitario de Automática e Informática Industrial, Universitat Politècnica de València, Camí de Vera s/n, Valencia, España.

1) Introducción

Es habitual que las decisiones para la programación del riego se tomen teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas pasadas. Para ello, se utiliza la evapotranspiración de referencia (ET_0) de los días anteriores con el fin de programar el riego de los próximos días, buscando satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos sin que sufran estrés, generalmente con una frecuencia de programación semanal. Los servicios climáticos suministran información en tiempo real, lo que nos permite hoy en día el manejar tanto datos del pasado como predicciones futuras con distintas ventanas temporales. Estos últimos los podemos usar para pronosticar la evapotranspiración a futuro, y con ello poder tomar decisiones para realizar la programación del riego con cierta antelación, teniendo en cuenta la incertidumbre que siempre conlleva la predicción.

2) Objetivos

El objetivo del estudio es analizar la precisión de los servicios climáticos disponibles mediante su comparación con los datos reales registrados, y mejorar su estimación para el cálculo de la ET_0 a la hora de efectuar la programación del riego a corto plazo.

3) Materiales y Métodos

El servicio de datos climáticos utilizado ha sido el Global Forecast System (GFS) del National Centers for Environmental Prediction (NCEP) (<https://nomads.ncep.noaa.gov>) de Estados Unidos. La elección de este servicio se debe a su disponibilidad gratuita y la posibilidad de automatizar la descarga diaria de las predicciones. Estas se realizan para un grid de 0,25° (27,75 km). Con los datos obtenidos se estima la ET_0 a fin de aplicar la metodología desarrollada por la Food and Agriculture Organization (FAO) (Smith et al., 2006), que establece las necesidades de riego mediante un balance de masas de lo que sucede en el continuo suelo-planta-atmósfera.

Para su aplicación, se ha seleccionado una zona de regadío situada en el término municipal de Picassent (Valencia), donde principalmente se dan cultivos cítricos y se dispone de una estación agrometeorológica gestionada por el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), incluida en la red del Servicio Integral de Asesoramiento al Regante (SIAR). Los parámetros descargados para el cálculo horario de ET_0 , en una ventana a futuro de 1 semana (168 horas), han sido Temperatura media (T , °K), humedad relativa (Hr, %), velocidad de viento (V_{u2} , ms^{-1}) y radiación de onda corta descendente (DSWRF, Wm^{-2}). Tras la obtención de las predicciones meteorológicas, se ha realizado un estudio comparativo, agregando los

DOI: [10.17398/AERYD.2019.A23](https://doi.org/10.17398/AERYD.2019.A23)

Licencia CC 

parámetros y ETo en intervalos semanales, para conocer los errores y desviaciones que hay entre los parámetros estudiados y los datos medidos teniendo en cuenta que la programación del riego se realiza semanalmente.

Con el fin de mejorar la estimación, se ha utilizado un Filtro de Kalman (Evensen, 2003; Kalman, 1960; Li et al., 2018). Este algoritmo recursivo permite ajustar los valores de las variables a partir de sus observaciones previas, teniendo en cuenta el error en la medición y en la predicción. Los datos utilizados, obtenidos del GFS, van desde el 12/10/2018 hasta el 25/3/2019 y las predicciones se han realizado para los meses de febrero y marzo de 2019. Para evaluar su uso, se ha comparado la ETo predicha frente a la ETo medida. Del mismo modo se ha comparado el error que se produce al asumir que la ETo de una semana se corresponde con la de la anterior, según la metodología utilizada de forma habitual hasta ahora.

4) Resultados y Discusión

La Tabla 1 muestra los estadísticos (Promedio, AVG; valor máximo, MAX; valor mínimo, MIN y desviación estándar, STD) de los errores relativos (E_rel,%) de los parámetros pronosticados semanalmente, comparados con los valores observados en la estación agroclimática de referencia, antes (NCEP-Real) y después de aplicar el filtro de Kalman (NCEP-Real-K) y la diferencia entre la ETo de una semana y la anterior. A su vez, también se ha medido el error absoluto medio (E_abs) de cada una de las semanas en las unidades correspondientes.

Tabla 1 Estadísticos de los errores relativos (%) y absolutos de los parámetros estudiados (E_abs), antes (NCEP-Real) y después de aplicar el filtro de Kalman (NCEP-Real-K) y de la variación de ETo de una semana a la siguiente.

NCEP-Real	ΔETo	ΔT	ΔHr	ΔV_{u2}	$\Delta DSWRF$
E_abs	3,3	1,8	2,0	1,3	7,6
NCEP-Real	ΔETo (%)	ΔT (%)	ΔHr (%)	ΔV_{u2} (%)	$\Delta DSWRF$ (%)
AVG	21,8	11,1	3,1	1,2	6,8
MAX	43,6	17,4	9,4	1,5	12,7
MIN	4,4	5,0	0,2	0,8	1,3
STD	2,2	0,5	1,9	0,4	5,2
NCEP-Real-K	ΔETo	ΔT	ΔHr	ΔV_{u2}	$\Delta DSWRF$
E_abs	1,1	0,7	6,7	0,2	6,8
NCEP-Real-K	ΔETo (%)	ΔT (%)	ΔHr (%)	ΔV_{u2} (%)	$\Delta DSWRF$ (%)
AVG	8,3	2,9	11,1	0,2	6,1
MAX	20,5	3,8	17,4	0,4	11,6
MIN	0,1	2,1	5,0	0,1	2,0
STD	1,0	0,5	2,5	0,1	3,2
ETo-ETo ₋₁	AVG	MAX	MIN	STD	
E_abs	3,9	7,1	2,0	1,9	
E_rel (%)	27,4	53,7	10,3	16,0	

Después de aplicar el filtro de Kalman, se observa que los errores se reducen significativamente para todas las variables, excepto para la humedad relativa. En general todos los parámetros mejoran en su media y desviación típica horariamente, a excepción de la humedad que, aunque horariamente mejora la varianza y desviación típica, al agrupar los datos en intervalos diarios y de éstos a semanales (los mostrados en la tabla), se observa un aumento del error en la media y en la desviación típica. No obstante, el análisis de sensibilidad

indica que los parámetros con mayor capacidad de variación en el cálculo de ETo son, en orden de mayor a menor, radiación solar, temperatura, humedad relativa y viento, lo que reduce su efecto negativo.

Comparando NCEP-Real-K frente a ETo-ETo₁ se observa que el E_abs mejora de 3.9 mm a 1.1 mm y el E_rel(%) mejora de un 27,4 % a un 8.3 %.

5) Conclusiones

Los resultados demuestran que los datos del servicio climático Global Forecast System (GFS), una vez aplicado el filtro de Kalman, permiten mejorar la estimación de la ETo del cultivo a una semana vista en comparación con la metodología clásica de asumir que la ETo de una semana, se corresponde con la anterior.

Los próximos trabajos irán encaminados a comprobar, a través de modelos de simulación del agua de riego en suelo, cuál de las dos metodologías es más conveniente desde el punto de vista del estrés hídrico para diferentes tipos de cultivos y tipos de suelos.

6) Agradecimientos

La presente investigación ha sido llevada en el marco del proyecto AICO 2017 - *Mejora de la Gestión en Tiempo Real del Agua y la Energía en una Comunidad de Regantes (Sector XI de Picassent)*, subvencionado por la Consellería de Educación, Investigación, Cultura y Deportes de la Generalitat Valenciana para la consolidación de grupos de investigación.

7) Referencias

- Evensen, G., 2003. The Ensemble Kalman Filter: theoretical formulation and practical implementation. *Ocean Dyn.* 53, 343–367. <https://doi.org/10.1007/s10236-003-0036-9>
- Kalman, R., 1960. A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems. *Trans. ASME - J. basic Eng.* 82, 35–45. <https://doi.org/10.1115/1.3662552>
- Li, D., Hendricks Franssen, H.J., Han, X., Jiménez-Bello, M.A., Martínez Alzamora, F., Vereecken, H., 2018. Evaluation of an operational real-time irrigation scheduling scheme for drip irrigated citrus fields in Picassent, Spain. *Agric. Water Manag.* 208, 465–477. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.06.022>
- Smith, M., Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., 2006. Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO. Riego y drenaje 56.