

## **La herramienta RETOAGUA CLM. Caso de éxito: Mejora de los indicadores productivos en el cultivo de la vid.**

**J.A. Martínez-López<sup>1\*</sup>, H. Martínez-López<sup>1</sup>, R. López-Urrea<sup>2</sup>, A. Martínez-Romero<sup>1</sup>, J.J. Pardo<sup>1</sup>, F. Montoya<sup>1</sup>, S. Madero y A. Domínguez<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Centro Regional de Estudios del Agua (CREA), Universidad de Castilla La Mancha (UCLM) and Teledetección, Agronomía y Riego, UCLM, Unidad Asociada al CSIC por el CIDE, 02071 Albacete, España. [josea.martinez@uclm.es](mailto:josea.martinez@uclm.es)

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CIDE), CSIC-UV-GVA, Carretera CV-315, km 10.7, 46113-Moncada, Valencia, España. [lopez-urrea@csic.es](mailto:lopez-urrea@csic.es)

<sup>3</sup> Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha. C/ Pintor Matías Moreno, Nº 4, 45005, Toledo. [smadero@jccm.es](mailto:smadero@jccm.es)

### **1. Introducción**

La vid (*Vitis vinífera*) es un cultivo de gran importancia social y económica en España y, especialmente, en Castilla-La Mancha (CLM) con 437.374 ha de viñedo para vinificación. De esa superficie, 226.376 ha son de regadío (ESYRCE, 2024), siendo el manejo del riego de este cultivo un aspecto de gran complejidad dada la interrelación entre agua aplicada-rendimiento-calidad (Williams, 1990).

En zonas con escasez de recursos hídricos como CLM, donde las dotaciones hídricas disponibles para el viñedo suelen situarse entre 700 y 2500 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, resultan de gran utilidad las herramientas de ayuda en la toma de decisiones que orienten a los agricultores en el manejo del riego deficitario. Con esta finalidad, se ha desarrollado la herramienta RETOAGUA\_CLM que surge a raíz del proyecto europeo SUPROMED, coordinado por la UCLM, y con un convenio de colaboración con la Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural de CLM para hacerla extensiva a los regantes de la región. La herramienta está disponible online de forma gratuita en <https://retoagua.uclm.es/>. RETOAGUA\_CLM genera calendarios de riego mediante un balance simplificado de agua en el suelo basado en la metodología FAO56 (Allen et al., 1998; Pereira et al., 2020). Para los cultivos herbáceos se consideran condiciones no deficitarias, mientras que para los principales cultivos leñosos de la región (vid, almendro, pistacho y olivo) se tiene en cuenta tanto el agua disponible para riego como la sensibilidad al estrés hídrico en las distintas etapas de desarrollo del cultivo. El objetivo de este trabajo fue la comparación de los principales indicadores productivos de la vid obtenidos tanto con la aplicación de RETOAGUA\_CLM, como con los del manejo del riego tradicional de un agricultor.

### **2. Material y Métodos**

El ensayo se llevó a cabo durante las campañas de 2020 y 2021 en un viñedo comercial de 1.5ha de la variedad “Monastrell” ubicado en Ontur (sureste de Albacete) con un marco de plantación de 3,0 m x 1,5 m y riego por goteo superficial, con goteros de 5 l h<sup>-1</sup> espaciados 1,0 m. La dotación disponible es de 1200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

La zona de estudio tiene un clima Mediterráneo Templado con una precipitación anual media de 318 mm. El suelo es de textura franco – arenosa, con un alto contenido en carbonatos, baja fertilidad y una profundidad media de unos 50 cm. El ciclo del viñedo

en la zona abarca desde inicios de abril (brotación) hasta finales de octubre (caída de la hoja), realizándose la recolección durante los meses de septiembre – octubre.

En una parcela con dos sectores de riego, uno de ellos fue gestionado por el agricultor, y en el otro se aplicó la programación de riegos propuestas por RETOAGUA (<https://retoagua.uclm.es/>). En el primer año de ensayo se evaluó el sistema de riego en cada tratamiento para caracterizar la uniformidad del riego y obtener los datos necesarios para la correcta programación de los riegos. Para controlar la cantidad real de agua aplicada en cada riego se instalaron transductores de presión en el emisor medio de cada subunidad de riego. Para conocer el contenido de humedad del suelo y compararlo con las estimaciones de RETOAGUA\_CLM se utilizaron sondas de humedad FDR. Los datos meteorológicos se obtuvieron de la estación agrometeorológica de la red del Servicio de Información Agroclimática para el Regadío (SIAR) situada a 3 km de la parcela, aunque la precipitación se midió en la propia parcela.

Para determinar la duración de cada etapa de desarrollo fenológico se realizó un seguimiento semanal del cultivo usando la escala BBCH (Meier, 2001). La duración de las etapas se determinó en grados día de crecimiento acumulados mediante el método del triángulo doble (Sevacherian et al., 1977). La herramienta RETOAGUA\_CLM realiza un balance simplificado diario de agua en el suelo basándose en la metodología FAO-56. Para repartir una dotación limitada, la herramienta tiene en cuenta la sensibilidad al estrés hídrico de las distintas etapas fenológicas del cultivo. Así, diferentes coeficientes reductores se aplican al coeficiente de cultivo ( $K_c$ ), generando una programación de riegos óptima a la dotación disponible.

Para ambos manejos, se compararon los resultados de: rendimiento, productividad agronómica (PA) y económica (PE) del agua de riego, y margen bruto (MB) (Fernández et al. 2020). Para obtener el margen bruto, en todas las parcelas se supervisó: el rendimiento y el precio de venta para los ingresos, mientras que los costes de producción estuvieron representados por las labores de cultivo, el agua de riego, la fertilización y los tratamientos fitosanitarios.

### **3. Resultados y Discusión**

En 2020, con RETOAGUA\_CLM se aplicó un 39% más de agua que el agricultor (123 mm frente a 87 mm) (Tabla 1, Fig. 1c), así como un 25% y un 38% más de nitrógeno (N; 41 kg en total) y de potasio ( $K_2O$ ; 73 kg en total), respectivamente. La precipitación efectiva fue de 134 mm durante el ciclo de cultivo, concentrándose en los meses de marzo y abril (Fig. 1c). El rendimiento y margen bruto (MB) obtenido con el uso de RETOAGUA\_CLM fue un 9 % y un 11% superiores, respectivamente, a los obtenidos

por el agricultor. A pesar de ello, PA del agua de riego disminuyó un 21% con RETOAGUA\_CLM (Tabla 1).

En 2021, la precipitación efectiva del ciclo fue de 142 mm (un 6% superior a la de 2020) (Fig. 1a.,1b.,1d.), y la cantidad de agua de riego aplicada por el agricultor fue ligeramente superior que con RETOAGUA\_CLM (97 mm vs. 84 mm; Tabla 1, Fig.1a.,1b.,1d.), utilizando un 70% y 81% de la dotación disponible en la parcela, respectivamente. Además, RETOAGUA\_CLM aplicó un 28% y 18% más de N (43 kg en total) y K<sub>2</sub>O (104 kg en total) que el manejo tradicional. Con este manejo, RETOAGUA\_CLM obtuvo un 17% más de rendimiento (12.118 kg ha<sup>-1</sup>) que el agricultor (10.345 kg ha<sup>-1</sup>) (Tabla 1). Esto puede estar principalmente motivado por el manejo realizado durante 2020 (primer año de seguimiento), al poder influir en el rendimiento del año siguiente, y la mayor cantidad de abono aplicada en 2021.

Tabla 1: Principales Indicadores Productivos empleados. (Fernández et al., 2020)

<b>AÑO</b>	<b>Manejo</b>	<b>Riego (mm)</b>	<b>Lluvia (mm)</b>	<b>Rend. <sup>(1)</sup> (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>PA (kg m<sup>-3</sup>) <sup>(2)</sup></b>	<b>PE (€ m<sup>-3</sup>)<sup>(3)</sup></b>	<b>MB (€ ha<sup>-1</sup>) <sup>(4)</sup></b>
<b>2020</b>	<b>RETOAGUA_CLM</b>	123,3	134	14094	11,4	1,7	2093
	<b>Agricultor</b>	88,6	134	12881	14,5	2,1	1886
<b>2021</b>	<b>RETOAGUA_CLM</b>	84,0	142	12118	14,4	1,9	1573
	<b>Agricultor</b>	97,0	142	10345	10,7	1,2	1163
<b>Media</b>	<b>RETOAGUA_CLM</b>	103,7		13106	12,9	1,8	1833
	<b>Agricultor</b>	92,8		11613	12,6	1,7	1525

(1) Rendimiento; (2) Productividad del agua de riego; (3) Productividad económica del agua de riego; (4) Margen Bruto.

Además, en 2021, los rendimientos en la zona fueron generalmente menores que en 2020, con una reducción del 14% en el tratamiento con RETOAGUA\_CLM, y del 20% en el tradicional. Cabe también destacar que, en 2021, con el RETOAGUA\_CLM se aplicó un 32% menos de agua de riego que en 2020 (84 mm, 68% de la dotación disponible). A lo anterior se suma el hecho de que parte de las lluvias cayeran próximas a la fecha de recolección (Fig. 1a, 1b), lo que aumentó la PA de la estrategia seguida por RETOAGUA\_CLM en un 26% respecto a 2020 (Tabla 1), aunque solo un 7% respecto al manejo tradicional. Lo mismo ocurrió con la productividad económica (PE), que en el RETOAGUA\_CLM fue un 12% superior a la de 2020 y un 58% superior a la del manejo tradicional en 2021.

Las lluvias próximas a la recolección en 2021, que además vinieron acompañadas de granizo, provocaron el retraso en la maduración y una ligera disminución del rendimiento (caída de bayas) y de la calidad del mosto (por ligera podredumbre y disminución de grado alcohólico), lo que repercutió en el precio de venta (con una reducción del 4%) y en el margen bruto, que fue de un 25% y 38% inferior al de 2020 para los manejos RETOAGUA\_CLM y del agricultor, respectivamente (Tabla 1). Como media de los dos años analizados, el manejo RETOAGUA\_CLM obtuvo un 13% más de

rendimiento que el tradicional, con un uso consuntivo de un 11% más de agua con la intención de agotar la dotación disponible. Este hecho permitió mejorar un 20% el margen bruto y un 8% la PE.

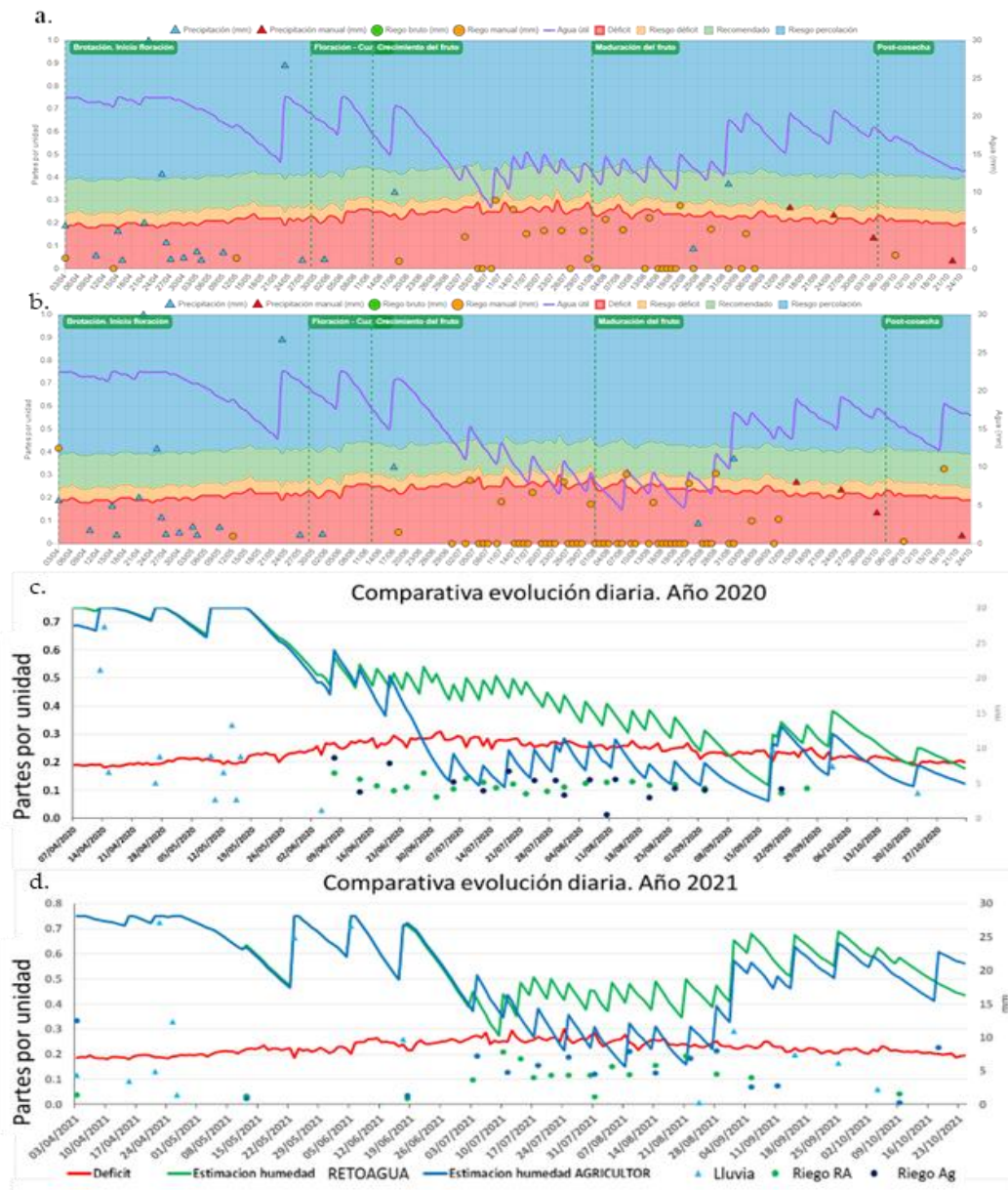


Figura 1: Seguimiento y comparativa RETOAGUA\_CLM. a) Evolución diaria del agua del suelo disponible en la zona radicular calculada por RETOAGUA\_CLM 2021; b) Evolución diaria del agua del suelo disponible en la zona radicular calculada por RETOAGUA\_CLM del manejo tradicional 2021 c) Comparativa evolución diaria 2020 d) Comparativa evolución diaria 2021.

#### 4. Conclusiones

La comparación de dos años climáticamente distintos ha permitido demostrar la mejora que el uso de RETOAGUA\_CLM supone respecto al manejo tradicional, al adaptarse a las condiciones meteorológicas de cada campaña y repartir adecuadamente la dotación disponible durante el ciclo del cultivo. Estas estrategias seguidas por la herramienta han permitido una mejora del margen bruto del cultivo

respecto al manejo tradicional, reduciendo así la incertidumbre en la toma de decisiones. Esto se observa especialmente en 2021, donde para una cantidad similar de agua de riego aplicada (al no ser necesario, por las condiciones climáticas, agotar la dotación para esa estrategia), la programación de riegos propuesta por RETOAGUA\_CLM, obtiene mejores indicadores de productividad que el manejo tradicional.

### **Agradecimientos**

Este trabajo se ha desarrollado en el marco del proyecto (SUPROMED) PRIMA-EU GA-1813 financiado por la Fundación PRIMA de la Unión Europea, el proyecto regional (PRODAGUA) SBPLY/19/180501/000144 (JCCM), con fondos FEDER y el convenio de colaboración con la Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural de Castilla – La Mancha.

### **Bibliografía**

Allen et al., 1998; Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. In: Irrigation and Drainage Paper No. 56. FAO, Italy.

Fernández et al. 2020 Fernández J.E.; Alcón. F.; Díaz-Espejo A.; Hernández Santana V.; Cuevas M.V. (2020). Water use indicators and economic analysis for on-farm irrigation decision: A case of study of a super high density olive tree orchard. *Agricultural Water Management* 237, 106074.

Intrigliolo, D.S. and Castel, J.R. 2010. Response of grapevine cv. 'Tempranillo' to timing and amount of irrigation: water relations, vine growth, yield and berry and wine composition. *Irrig. Sci* 28:113–125. DOI 10.1007/s00271-009-0164-1

MAPA, 2024. Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos (ESYRCE). MAPA 2024. N.I.P.O.: 003-22-128-9.

Meier, 2001. Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. BBCH Monograph. Federal Biolo. Res. Centre. Agric. Forestry 158 pp.

Pereira et al., 2020 Pereira L.S., Paredes P, Jovanovic N. 2020. Soil water balance models for determining crop water and irrigation requirements and irrigation scheduling focusing on the FAO56 method and the dual Kc approach. *Agricultural Water Management* 241 (4): 106357.

Sevacherian, V., Stern, V.M., Mueller, A.J., 1977. Heat accumulation for timing Lygus control pressures in a safflower-cotton complex. *Journal of Economic Entomology* 70, 399-402.

SIAR-CLM. <http://crea.uclm.es/siar/SIAR>.

Williams and Matthews, 1990 Williams, L.E., Matthews, M.A. (1990) Grapevines. In: Stewart BA, Nielsen DR (eds) *Agronomy monograph #30 irrigation of agricultural crops*. ASA-CSSA-SSSA Publishers, Madison, pp 1019–1055.