

Gestión eficiente del agua en el cerezo del Valle del Jerte

Mejorando la competitividad de la agricultura de montaña a través de la innovación en riego

El cambio climático y la variabilidad climática han incrementado la vulnerabilidad de los frutales de montaña, en particular del cerezo (*Prunus avium* L.), que requieren un manejo hídrico preciso para alcanzar niveles óptimos de productividad. En las zonas de montaña, donde la construcción de infraestructuras de almacenamiento de agua es costosa y difícil, se hace imprescindible desarrollar estrategias que maximicen la eficiencia del agua para garantizar la sostenibilidad del cultivo y la competitividad de los agricultores.

Frente a este reto, el proyecto Refex busca optimizar las estrategias de riego en estas zonas de montaña del norte de Extremadura, aplicando tecnología de agricultura de precisión para ajustar el riego a las necesidades específicas de cada parcela, considerando factores como la altitud.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en tres parcelas comerciales situadas a diferentes altitudes (470, 600 y 1.030 metros sobre el nivel del mar) en el Valle del Jerte. Se seleccionaron veinte árboles de la variedad Lapins, injertados sobre patrón Avium, y cultivados en terrazas con pendientes que oscilaban entre el 15% y el 45% (**cuadro**

Elena Nieto, Raúl Mérida, Carlos Campillo, María Chaparro Arias y M^a del Henar Prieto.

Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), Guadajira (Badajoz), España.

El Valle del Jerte, en el norte de Extremadura, es una de las principales comarcas productoras de cerezas en España, siendo este cultivo un pilar clave para la economía local. Sin embargo, el contexto geográfico y climático de esta zona de montaña presenta importantes retos, especialmente en la gestión del agua. A pesar de recibir una precipitación media anual de 1.120 mm, la distribución de las lluvias es muy irregular a lo largo del año, y los suelos arenosos de la zona, junto con la pendiente del terreno, reducen la capacidad de retención de agua en la zona de las raíces.



Vista de cerezos en terrazas en el Valle del Jerte.

CUADRO I

LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES DE CEREZO EN EL VALLE DEL JERTE.

Parcela	Latitud (N)	Longitud (E)	Altitud (msnm)	Pendiente (%)	Textura
1	40° 7' 10,48"	5° 57' 4,68"	470	15-35	Franco-arenosa
2	40° 10' 31,52"	5° 50' 45,23"	600	47	Franco-arenosa
3	40° 9' 9,27"	5° 56' 4,67"	1.030	17-25	Arena-franca

I). Los suelos de las parcelas son de textura franco-arenosa y arena franca con alto porcentaje de elementos gruesos y baja capacidad de retención de agua. El riego se programó semanalmente a partir de la estimación de la evapotranspiración del cultivo (ETc) calculada a partir de la fórmula: $ETc = ETo \times Kc \times Kr$, donde la ETo es la evapotranspiración de referencia que es un indicador de la influencia de las condiciones meteorológicas sobre las necesidades hídricas de la planta y el co-

eficiente de cultivo (Kc) es un coeficiente específico para el cerezo (Marsal, 2012), ajustado según el porcentaje de suelo cubierto por las plantas mediante un coeficiente corrector (Kr) (Ferreles *et al.*, 1982). Se evaluaron dos tratamientos de riego:

- Riego del Agricultor (AG): Los agricultores aplicaban riego convencional mediante goteo, suministrando 8 litros por árbol y día con dos goteros por árbol.
- Riego Deficitario Controlado (RDC): regado al 100% de la ETc durante la

fase precosecha y diferenciación floral, y al 25% de la ETc durante postcosecha (Nieto-Serrano, 2020). Se utilizaron cuatro goteros autocompensantes por árbol de 4 litros/hora.

Tecnología utilizada para el riego

El sistema de riego estaba controlado por una plataforma automatizada con tecnología LTE y alimentador solar (Atlas, Sphe-rag), que permitía el control remoto de las electroválvulas, el ajuste del riego y la monitorización precisa de los volúmenes de agua aplicados. Esto garantizaba una respuesta ágil a las necesidades hídricas del cultivo, mejorando la eficiencia en el uso del agua.

Se instalaron sensores de humedad de suelo a una profundidad de 40 cm (EP-100GL-04 Series, Enviropro, Precision Soil Probes), colocados estratégicamente a 25



Somos especialistas en el desarrollo de maquinaria para la mecanización de:
FRUTALES, VIÑEDO, CÍTRICOS, OLIVOS
y todo tipo de cultivos arbóreos.

Prepodadora ARTICULADA DE DISCOS



Incluye:
**CENTRAL HIDRÁULICA
PROFESIONAL**



EXPERTOS EN CORTE



Polígono Industrial La Majadilla. Parcela 22
23650 Cenicero (La Rioja)

T/ (+34) 941 454 536

@/ info@jumaragricola.es

CUADRO II

VALORES MEDIOS MENSUALES (MARZO-OCTUBRE) DE PRECITACIÓN, EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO DE REFERENCIA (E_{to}) Y AGUA DE RIEGO APLICADA PARA CADA TRATAMIENTO.

Altitud (msnm)	Precipitación (mm)			E _{to} (mm)			Agua de riego aplicada (m ³ /ha)					
	470	600	1030	470	600	1030	RDC			AG		
Precosecha	431	528	705	318	316	383	800	620	550	49	60	208
Postcosecha	337	845	722	662	611	471	1410	880	750	358	570	330
Total	768	1.373	1427	980	927	854	2.210	1.500	1.300	406	640	539

FIG. 1 Evolución del contenido de agua en el suelo (%) para los tratamientos de riego (RDC y AG) durante 2024 y precipitación diaria (mm) en cada parcela de ensayo. La línea vertical discontinua indica el momento de la cosecha.

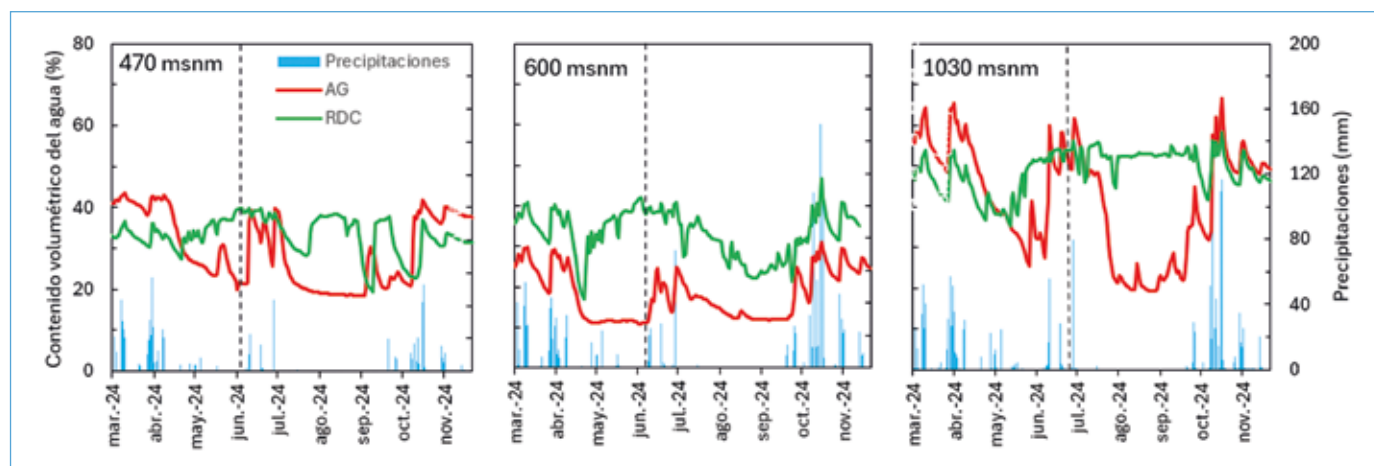
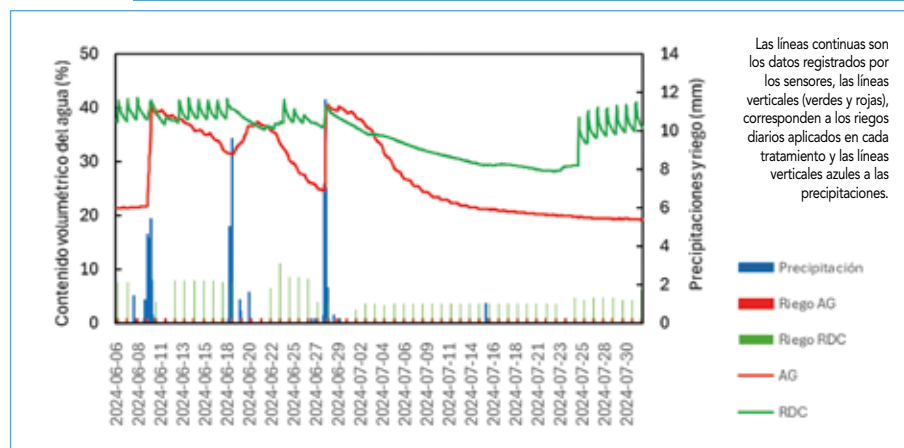


FIG. 2 Ejemplo de datos de los sensores de la parcela 470 msnm a 40 cm de profundidad durante los meses de junio y julio.



cm del gotero en la zona radicular, para monitorizar la disponibilidad de agua en la zona radicular. Además, las estaciones

agroclimáticas automáticas telémicas (Imetos 3.3, Pressl Instruments Austria, 2020) proporcionaron datos sobre la eva-

potranspiración de referencia (E_{to}) en cada parcela, permitiendo ajustar el riego con precisión. El estado hídrico de los cerezos se controló midiendo el potencial hídrico del tallo (ψ_{stem}) cada 15 días con cámara de presión Scholander en 20 hojas por tratamiento siguiendo el procedimiento descrito por McCuchan y Shackel (1992).

Resultados y discusión

A continuación se presentan los resultados obtenidos en las diferentes altitudes.

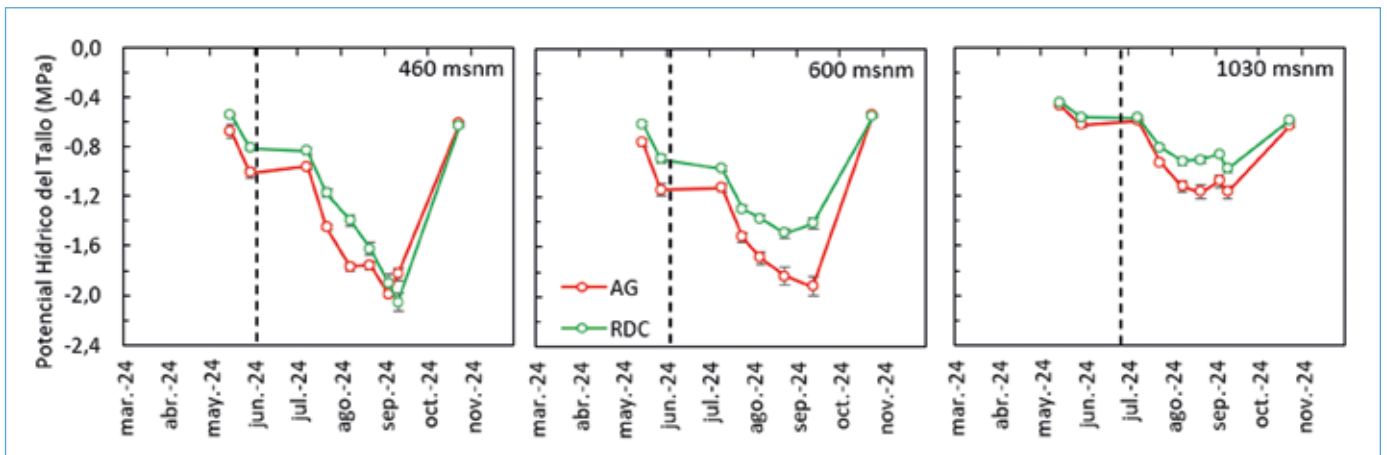
Periodos de floración y cosecha

La floración de los cerezos se produjo en la última semana de marzo en todas las parcelas, mientras que la cosecha tuvo lugar 69, 71 y 91 días después en las parcelas a 470, 600 y 1.030 msnm, res-



Estación agroclimática instalada en la parcela (Izq.) y medición del potencial hídrico del tallo a mediodía con cámara de presión Scholander (Dcha).

FIG. 3 Evolución del potencial hídrico del tallo a mediodía para cada tratamiento en las tres parcelas de ensayo.



pectivamente. Este retraso en la cosecha a mayor altitud refleja el impacto de las condiciones climáticas más frescas, que ralentizan el ciclo fenológico del cerezo.

Evapotranspiración, precipitación y volúmenes de riego

Las necesidades hídricas de los cerezos variaron en función de la altitud y las condiciones climáticas de cada parcela. La evapotranspiración de referencia acumulada (ET₀) durante el periodo de actividad del árbol (marzo-octubre) varió entre 980 mm a 854 mm, dependiendo de la altitud, mientras que la precipitación acumulada

osciló entre 768 y 1.427 mm (**cuadro II**). Esta variabilidad, en distancias relativamente cortas, destaca la complejidad de gestionar el agua en terrenos montañosos.

Los volúmenes de agua aplicados por los agricultores (entre 406 y 640 m³/ha) fueron considerablemente inferiores a los aplicados en el tratamiento RDC (entre 1.300 y 2.100 m³/ha), representando el 18%, 43% y 42% del agua utilizada en RDC en las parcelas a 470, 600 y 1.030 metros, respectivamente. Esto refleja el sub-riego generalizado realizado en la zona, lo que compromete la disponibilidad

hídrica de las plantas (Marsal *et al.*, 2009; Blanco *et al.*, 2019).

Interpretación de los datos de los sensores

Los sensores de humedad del suelo mostraron respuestas claras a las aplicaciones de riego, a las lluvias y a la absorción de agua por parte del cultivo como se ilustra en las **figuras 1 y 2**, también permitió detectar interrupción en el suministro de agua. El tratamiento RDC mantuvo niveles más altos y estables de humedad en todas las parcelas, asegurando una mayor disponibilidad para las raíces. Mientras



Agricultores y técnicos del Valle del Jerte durante las jornadas de formación en técnicas avanzadas de riego, como parte del proyecto Refex.

tico directo en el sector agrícola, formando a más de 300 agricultores en el uso de estas técnicas y tecnologías, contribuyendo a la mejora de la competitividad y sostenibilidad del cultivo del cerezo en el Valle del Jerte.

tos, con un mayor estrés hídrico en los árboles regados de forma convencional (AG).

Este estudio demuestra que es posible optimizar el uso del agua en el cultivo del cerezo en zonas montañosas mediante una combinación de tecnologías de precisión y estrategias de riego adaptadas a las particularidades de cada parcela, asegurando tanto la sostenibilidad del cultivo como la rentabilidad de los agricultores. ■

que en el riego tradicional (AG), la disponibilidad de agua en la zona radicular disminuía rápidamente tras cada evento de lluvia, y los riegos aplicados apenas se infiltraban hasta los 40 cm de profundidad, lo que indica que las cantidades de agua aplicadas por los agricultores eran insuficientes para mantener una humedad adecuada en la zona radicular.

El patrón diario de absorción de agua por las raíces resalta la importancia de ajustar los volúmenes de agua aplicados para evitar periodos de estrés hídrico.

Estado hídrico de los árboles

El estado hídrico de los cerezos, medido a través del potencial hídrico del tallo, fue significativamente mejor en los árboles bajo el tratamiento de RDC en comparación con el riego aplicado por los agricultores. A mayor altitud, los valores de potencial hídrico del tallo se mantuvieron por encima de -1,2 MPa. Sin embargo, en parcelas a menor altitud, se observaron diferencias más marcadas entre los tratamien-

Conclusiones

Los resultados de este estudio subrayan la importancia que tiene adaptar la gestión del riego a cada parcela en estas condiciones. La falta de infraestructuras de almacenamiento de agua limita las opciones de riego, lo que hace esencial implementar técnicas como el Riego Deficitario Controlado (RDC), que ha demostrado ser más eficiente en el uso del agua y ha mejorado el estado hídrico de los árboles, especialmente en zonas de menor altitud, donde la demanda hídrica es mayor.

Un aspecto clave que ha quedado demostrado es el papel fundamental de la tecnología para la optimización de la gestión del riego. La utilización de sensores de humedad de suelo y sistemas de riego controlado remotamente permite ajustar las programaciones de riego a las condiciones específicas de cada parcela, como la altitud, las características del suelo y las fases de desarrollo del cultivo. El proyecto Refex también ha tenido un impacto prác-

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Consejería de Gestión Forestal y Mundo Rural de la Junta de Extremadura a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (Feader). Agradecemos también a los agricultores colaboradores, la Agrupación de Cooperativas del Valle del Jerte, la Cooperativa del Campo y la Asociación de Comunidades de Regantes del Valle del Jerte por su valiosa participación en este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Blanco, V., Torres-Sánchez, R., Blaya-Ros, P. J., Pérez-Pastor, A., & Domingo, R. (2019). Vegetative and reproductive response of 'Prime Giant' sweet cherry trees to regulated deficit irrigation. *Scientia Horticulturae*, 249, 478-489.
- Fereres, E., Martinich, D., Aldrich, T., Castel, J. R. E. H., Holzzapfel, E., & Schulbach, H. (1982). Drip irrigation saves money in young almond orchards. *California Agriculture*, 36(9), 12-13.
- Marsal, J., Lopez, G., Del Campo, J., Mata, M., Arbones, A., & Girona, J. (2010). Postharvest regulated deficit irrigation in 'Summit'sweet' cherry: fruit yield and quality in the following season. *Irrigation science*, 28, 181-189.
- Marsal, J. (2012). Crop yield response to water. *Sweet Cherry*. FAO Irrig. Drain. Pap, 66, 376-388.
- McCutchan, H., & Shackel, K. A. (1992). Stem-water potential as a sensitive indicator of water stress in prune trees (*Prunus domestica* L. cv. French). *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 117, 607-611.
- Nieto Serrano, E. (2020). Respuesta de dos variedades de cerezo frente a diferentes estrategias de riego en el Valle del Jerte. (Tesis doctoral). Universidad de Extremadura.



SOIL SET[®]

 *Bioestimulante*

El poder de la biotecnología



Favorece la generación de suelos supresivos, disminuyendo la presión de patógenos.



Aumenta el rendimiento del cultivo.



Mejora el crecimiento, la calidad y la producción de antioxidantes.



Agricultura Ecológica conforme al Reglamento (UR) 2018/848.





Bioestimulante de plantas no microbiano CFP 6 (B). Fertilizante UE. Reglamento 2019/1009.

#ExpertosEnSaludDelSuelo

Alltech.com/Spain

 AlltechCropScienceSpain

 AlltechCropScienceSpain

 AlltechCropScienceSpain


CROP SCIENCE