

Director: David Pozo
Consejo Editorial: Ignasi Iglesias,
 Daniel Valero, Dirk Janssen, Ana María Fita,
 Rafael Lozano, Juana Isabel Contreras,
 Juan José Alarcón
Coordinación Comercial: Laia Prat

Edita: *Interempresasmedia*

Director: Angel Hernández
Director Adjunto: Àngel Burniol
Director Comercial: Marc Esteves
Director Área Industrial: Ibon Linacisoro
Director Área Agroalimentaria: David Pozo
Director Área Construcción e Infraestructura: David Muñoz
Directora de Área Tecnología y Medio Ambiente: Mar Cañas
Directora Área Internacional: Sònia Larrosa

www.interempresas.net/info
 comercial@interempresas.net
 redaccion_horticultura@interempresas.net

grupo **NOVAÀGORA**

Director General: Albert Esteves
Director de Desarrollo de Negocio: Aleix Torné
Director Técnico: Joan Sánchez Sabé
Director Administrativo: Jaume Rovira
Director Logístico: Ricard Vilà
Directora Agencia Sáviat: Elena Gibert

Amadeu Vives, 20-22
 08750 Molins de Rei (Barcelona)
 Tel. 93 680 20 27

Delegación Madrid
 Av. Sur del Aeropuerto de Barajas, 38
 Centro de Negocios Eisenhower,
 edificio 4, planta 2, local 4
 28042 Madrid - Tel. 91 329 14 31

Delegación Valladolid
 Paseo Arco del Ladrillo, 90
 1er piso, oficina 2A
 47008 Valladolid - Tel.: 983 477 201

www.novaagora.com

Audiencia/difusión en internet
 y en newsletters auditada
 y controlada por:



Interempresas Media es miembro de:



coneQtiA

Medio colaborador de:



Sociedad Española de Ciencias Hortícolas

Revista bimestral
 D.L.: B-25.975/2018
 ISSN Revista: 2340-2903
 ISSN Digital: 2462-6112

SUMARIO

ACTUALIDAD	4	RED RINAP: 'Red Iberoamericana de la Nutrición de Azufre en Plantas'	36
		MODULATransProt: Explorando el uso de la nutrición amoniacal para reducir contenidos de nitrato en hortalizas de hoja en sistemas de cultivo sin suelo	40
Ensayo de variedades de manzanos para comprobar su adaptación y rentabilidad en producción ecológica	8	I Jornada Técnica de Aguacate: el valor de un cultivo en auge	44
Ejemplo de incorporación en melocotonero de un gen de resistencia al oídio procedente del almendro mediante introgresión asistida por marcadores (MAI)	14		
Situación y recomendaciones para el riego del cerezo en el Valle del Jerte bajo condiciones de escasez de agua	18	La digitalización marca el camino para un sector agroalimentario eficiente y sostenible	48
Naturamin - WSP, 80% de aminoácidos libres para una mayor productividad del cultivo	24	La producción de almendra española es ya la segunda a nivel mundial, solo por detrás de EE UU	52
Sumisansui R wide	26	José Manuel Álvarez Blasco, secretario general de la Asociación de Legumbristas de España (ALE)	56
Los sistemas de apoyo a la toma de decisiones para el manejo de cultivos hortícolas	28	Las leguminosas en Castilla y León. Su papel en la agricultura actual	62
			
Entrevista a Daniel García Seco, director de I+D y Laboratorio en Afepasa	32		

«La suscripción a esta publicación autoriza el uso exclusivo y personal de la misma por parte del suscriptor. Cualquier otro reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta publicación sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares. En particular, la Editorial, a los efectos previstos en el art. 32.1 párrafo 2 del vigente TRLPI se opone expresamente a que cualquier fragmento de esta obra sea utilizado para la realización de resúmenes de prensa, excepto si tienen la autorización específica. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita reproducir algún fragmento de esta obra, o si desea utilizarla para elaborar resúmenes de prensa (www.conlicencia.com; 91 702 19 70/93 272 04 47)».

Frente a la creciente escasez de agua, el deterioro de la calidad de los recursos hídricos y la incertidumbre que genera del cambio climático, la mejora de la eficiencia y productividad del uso del agua en los regadíos de montaña es de suma importancia

SITUACIÓN Y RECOMENDACIONES PARA EL RIEGO DEL CEREZO EN EL VALLE DEL JERTE BAJO CONDICIONES DE ESCASEZ DE AGUA

Elena Nieto-Serrano¹, Paula Serrano-Pérez¹, Carlos Campillo² y Henar Prieto²

¹Centro de Agricultura Ecológica y de Montaña, Área de Agronomía de Cultivos Leñosos y Hortícolas de Regadío, Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), Plasencia, Cáceres

²Instituto de Investigaciones Agrarias Finca La Orden-Valdesequera, Área de Agronomía de Cultivos Leñosos y Hortícolas de Regadío, Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), Guadajira, Badajoz

La evolución del cultivo de cerezo en el Valle del Jerte ha supuesto un cambio en el manejo de riego que, en condiciones de escasez de agua, requiere la aplicación de estrategias que permitan obtener el máximo rendimiento por cada litro de agua. Con este fin, los trabajos realizados en la zona han puesto de manifiesto la importancia de aumentar la frecuencia de los riegos, además de la aplicación de estrategias de Riego Deficitario Controlado (RDC), que junto a técnicas como la poda en verde pueden mejorar el estado hídrico del árbol y el valor comercial de la cosecha. Además, las imágenes satelitales permiten realizar un mejor ajuste de los tiempos de riego en función de la variabilidad climática de la zona para la correcta gestión del agua en las diferentes parcelas de las Comunidades de Regantes.

EVOLUCIÓN DE SECANO A REGADÍO EN EL CULTIVO DEL CEREZO

Actualmente es un desafío combinar el aumento o mantenimiento de la productividad agraria con el manejo sostenible de los recursos naturales. Entre estos recursos se encuentra el agua, siendo uno de los más importantes, ya que su escasez limita la producción agrícola en gran parte del mundo.

La superficie cultivada de cerezo en Extremadura es de 7.524 ha y una producción de 41.799 t ocupando el primer lugar en producción de cereza dentro del territorio nacional (MAPA, 2020), seguido de Aragón. El Valle del Jerte es la primera comarca productora de cerezas a nivel nacio-

nal (Foto 1), representa un 70 % de la producción regional. En esta zona el cultivo del cerezo es la principal actividad económica, con una larga tradición y arraigo. Sin embargo, ha sido tradicionalmente de secano, aunque la distribución heterogénea de la lluvia a lo largo del año ha actuado como limitante de la producción. El 81% de las plantaciones de cerezos de Extremadura están declaradas de secano, según datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2020). Este alto porcentaje hace ascender la superficie nacional del cultivo de cerezo en secano al 53 % (MAPA, 2020), a diferencia de otras especies frutales que se encuentran casi en su totalidad en regadío. En climas semiáridos, el cerezo es uno de

los pocos frutales de hueso cultivados tradicionalmente en explotaciones comerciales de secano. Los datos publicados indican que Extremadura ha pasado de registrar 600 ha del cultivo de cerezo en regadío en el año 2013 a 1.176 ha en la actualidad (MAPA, 2020).

En el Valle del Jerte se establece entre cotas que oscilan entre 450 m, y más de 1.000 m de altitud en diferente orientación (solana y umbría). Las fuertes pendientes del terreno han obligado a la construcción de bancales y terrazas (Foto 2), lo que, unido al pequeño tamaño de las parcelas, dificultan la mecanización y muchas operaciones de cultivo, elevando los costes de producción.

Sin embargo, los patrones climáticos están cambiando en los últimos años con eventos cada vez más extremos (Naciones Unidas, 2015). Se prevé que las zonas de montaña serán las que sufrirán más cambios en su régimen de precipitaciones. La disponibilidad limitada de los recursos hídricos, con sequías cada vez más frecuentes e intensas; una mayor incidencia de días calurosos y el aumento de la evapotranspiración de los cultivos (FAO, 2012), sugieren que zonas como el Valle del Jerte serán más vulnerables desde un punto de vista económico a los efectos del cambio climático que las explotaciones agrarias de mayor tamaño que cuentan con otras fuentes de agua (Steduto et al, 2012). Estos efectos producen, en numerosas ocasiones,



Foto 1. Vista panorámica del Valle del Jerte con cerezos en flor.



Foto 2. Detalle de nuevas plantaciones de cerezo en bancales en el Valle del Jerte. Vista general del ensayo situado en una parcela comercial de la empresa Campo y Tierra del Jerte.

problemas en el desarrollo fisiológico del cerezo (Fadón et al., 2015), lo que ha llevado en muchos casos a plantear la introducción del riego en zonas tradicionales de secano.

La red hidrográfica del Valle del Jerte pertenece a la Cuenca Hidrográfica del Tajo, siendo el río Jerte, afluente del Alagón, su principal emisario de agua. Más de 25 gargantas discurren a ambos lados del río drenando las aguas de las montañas. Muchas de ellas mantienen agua durante todo el año. El río Jerte queda embalsado en el pantano de Plasencia, con una capacidad de 58,6 hm³, pero éste se encuentra situado 'aguas abajo' de las demandas de regadío del cultivo del cerezo. La cuenca del río Jerte cuenta con una aportación media anual superior a 350 hm³ y una demanda estimada para regadío de 4,10 hm³/año. Estas cifras arrojan un balance inicialmente excedentario que enmascara la problemática real: falta de uniformidad de las aportaciones a nivel anual, con una tendencia

negativa interanual del caudal medio que aporta el río Jerte, y una distribución mensual desigual con grandes diferencias según la época del año (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2020). Por tanto, los regadíos del Valle del Jerte están considerados como carentes de regulación.

El regadío tradicional en el Valle del Jerte consistía básicamente en pequeñas represas realizadas en los múltiples cauces naturales con el fin de conducir el agua a través de acequias de tierra a zonas de cultivos de huerta y prado, principalmente. Este sistema se mantuvo durante siglos hasta que, a finales de los años 80, se comenzaron a sustituir las acequias por tuberías de polietileno para aplicar riegos de apoyo a los cerezos. En el año 2001 se constituyeron las primeras Comunidades de Regantes, las cuales han realizado un gran esfuerzo, tanto económico como social, con cuantiosas inversiones, para la modernización de los regadíos tradicionales, con el apoyo de la Junta de Extremadura.

Actualmente, las Comunidades de Regantes permiten a los comuneros la utilización como máximo de 1.000 goteros autocompensantes por hectárea, 2 goteros de 4 l/h por árbol con un tiempo de riego de 1 o 2 horas diarias (Navarro et al., 2009). Esto equivale entre 8 y 16 l por árbol y día durante toda la campaña de riego, independientemente del tamaño del árbol, lo que equivale a una dotación de riego en torno a 700 m³/ha que, en la mayoría de casos, se realizan durante el periodo de poscosecha, siendo tradicional la no aplicación de agua durante el periodo previo a la cosecha. Aunque estas cantidades tienen poco en común con las dotaciones superiores a 5.600 m³/ha aplicadas en plantaciones intensivas de cerezos de otras zonas regables de España, siendo dotaciones muy por debajo de las necesidades hídricas del cultivo en la zona. Esto ha supuesto una notable mejora en la gestión de los recursos hídricos permitiendo la regulación y el almacenamiento de agua, de forma que se pueden realizar riegos más homogéneos y constantes en las plantaciones de cerezos (Tragsatec et al., 2019). Esta modernización de regadíos afecta en torno al 34% de la superficie cultivada de cerezo en el Valle del Jerte.

La situación actual presenta un déficit estructural en cuanto a capacidad de almacenamiento de agua, la cual no garantiza la disponibilidad de las dotaciones de riego necesarias, contrastando con la elevada pluviometría anual de la zona (1.116 mm). Sin embargo, la orografía escarpada del terreno dificulta mucho la construcción de balsas. Con el objetivo de aumentar las garantías de suministro de agua con balsas de riego como medida de autorregulación, la Junta de Extremadura puso en marcha en 2017 el Plan Especial de Regadíos de Montaña. Esta situación de déficit obliga a realizar un manejo preciso de los momentos de aplicación de este volumen de agua, que permitan asegurar una buena producción en la campaña siguiente.

RECOMENDACIONES PARA UN USO EFICIENTE DEL AGUA EN CONDICIONES DE ESCASEZ

Frente a la creciente escasez de agua, el deterioro de la calidad de los recursos hídricos y la incertidumbre que genera del cambio climático, la mejora de la eficiencia y productividad del uso del agua en los regadíos de montaña es de suma importancia. En este contexto, el agua se convierte en un recurso clave para incrementar la productividad y los ingresos de los agricultores y su manejo eficiente es una exigencia que debe basarse en el conocimiento científico y el sentido común.

En estas comarcas de montaña de la zona norte de Cáceres, aunque existe una larga tradición de cultivo del cerezo, se aprecia una escasa formación en el manejo del riego y en la adaptación de los sistemas de cultivo a la nueva potencialidad

productiva. Es por ello que los trabajos realizados en esta zona por el Área de Agronomía de los Cultivos Leñosos y Hortícolas de Regadío del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX) durante los últimos años han ido siempre encaminados a proporcionar unas directrices dirigidas a conseguir los máximos beneficios para los agricultores en condiciones de montaña con recursos hídricos limitados (Foto 3). Aunque se considere una obviedad, es importante indicar que ante el suministro insuficiente de agua la mayor prioridad debe ser garantizar la supervivencia de los árboles, así como que los efectos del estrés hídrico en los cerezos no afecten a la producción de años sucesivos.

Estos años de estudio sustentan las siguientes recomendaciones

Aumento de la frecuencia de los riegos:

Los terrenos predominantes en estas zonas de montaña tienen poca profundidad, con textura franco-arenosa y baja capacidad de retención de agua (Sánchez et al, 2001). En estas condiciones, los riegos por goteo de alta frecuencia (riegos diarios) se ha demostrado que mejoran el aprovechamiento del agua aumentando significativamente los calibres comerciales del fruto, uno de los parámetros que determina la calidad del producto y el precio en el mercado, respecto a la práctica de riego con frecuencia semanal, muy habitual en la zona (Nieto-Serrano, 2020).

Empleo de estrategias de Riego Deficitario Controlado (RDC)

En casos de escasez de agua los objetivos del riego deben enfocarse a obtener el máximo rendimiento



Foto 3. Vista general del ensayo de Riego Deficitario Controlado situado en una parcela comercial de un agricultor socio de la Agrupación de Cooperativas del Valle del Jerte.

posible por cada m^3 de agua usado. Una de las alternativas propuestas para este fin es el denominado Riego Deficitario Controlado 'RDC', que es actualmente la forma comúnmente aplicada en fruticultura. Esta estrategia consiste en la aplicación de cantidades de agua inferiores a las necesidades hídricas calculadas (evapotranspiración máxima del cultivo, ETC) durante ciertos periodos del ciclo del cultivo, en los cuales la producción y la calidad se vean poco o nada afectados, y cubrir el total de dichas necesidades únicamente durante los periodos críticos.

En este sentido, los resultados obtenidos durante tres años de ensayo en dos variedades habituales en la producción del Valle del Jerte sobre la producción y la calidad de los frutos indicaron que el periodo más crítico y, por tanto, el menos aconsejable para ahorrar agua, fue el periodo precosecha (Nieto-Serrano, 2020). Mantener un óptimo estado hídrico en el árbol durante este periodo mejoró el calibre y la firmeza de la fruta, y por tanto el valor comercial de la cosecha. Además, esta estrategia permitió mantener la fruta en el árbol en mejores condiciones, prolongando las tareas de

recolección y reduciendo el problema de pedúnculo deshidratado.

Por otro lado, el periodo postcosecha representa la mayor parte de la campaña de riego. La aplicación de riego deficitario durante este periodo, cubriendo al menos el 25 % de las necesidades hídricas de cultivo, permitió controlar el vigor de los árboles sin afectar a la producción e incluso con incrementos de la producción acumulada para los tres años de ensayo. Esto supuso un ahorro de agua superior al 60 % del aporte calculado para satisfacer plenamente las necesidades del cultivo. Esta estrategia de RDC puede servir de base para recalcularse las dotaciones necesarias de riego del cerezo en el Valle del Jerte, y poder así conseguir las concesiones de agua para las Comunidades de Regantes.

Poda en verde

La poda de verano o en verde del cerezo no es una práctica habitual en la zona. En ensayos realizados bajo condiciones de RDC en el Valle del Jerte, la poda en verde, realizada un mes después de la cosecha, produjo una mejora en el estado hídrico de los árboles de estudio respecto a la

poda tradicional de invierno. Además, en el primer año de estudio la poda en verde mejoró los parámetros de cosecha estudiados (producción, carga productiva y peso del fruto) de la temporada siguiente.

Redistribución del agua disponible en función de la variabilidad climática de la zona

Las diferentes condiciones edafoclimáticas existentes en la agricultura de montaña hacen que los cálculos de las necesidades hídricas del cultivo sean complicados. Parámetros como la altitud, la orientación, las condiciones de viento, así como la variabilidad en el desarrollo del cultivo influyen en su cálculo. En este sentido la información obtenida por las estaciones agrometeorológicas y los modelos digitales de elevación, apoyados con herramientas geoestadísticas permiten obtener las diferencias en la evapotranspiración de referencia (ET₀) acumuladas para la temporada de riego, en las diferentes zonas del Valle del Jerte (Figura 1).

En los últimos tiempos, la incorporación de las imágenes satelitales, con una mayor periodicidad entre las imágenes y la mejora en la resolución espacial, ha permitido tener herramientas para caracterizar las necesidades de los cultivos en grandes superficies. En ensayos realizados en el Valle del Jerte combinando sensores en campo con imágenes satelitales captadas por el satélite sentinel 2 de la Agencia Espacial Europea (ESA) utilizando índices de vegetación como el índice de vegetación normalizado (NDVI) y los modelos de estimación de la ET₀ mediante imágenes satelitales (Allen et al, 2015, Guzinski y Nieto, 2019) permiten establecer, mediante cálculos, las necesidades de los cultivos y gestionar el riego dentro de las diferentes zonas del Valle del Jerte. Con la información obtenida se pueden realizar mapas de necesidades hídricas del cultivo del cerezo para cada parcela de la Comunidad de Regantes (Figura 2),

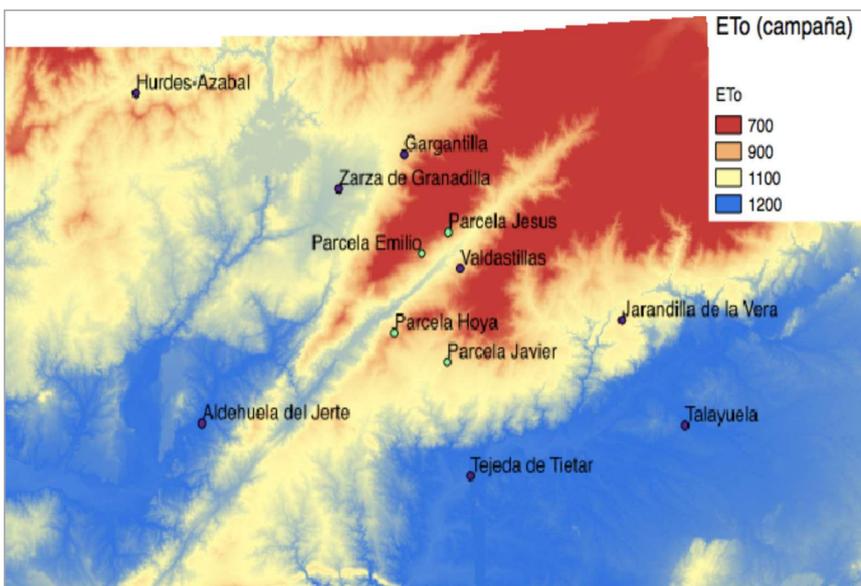
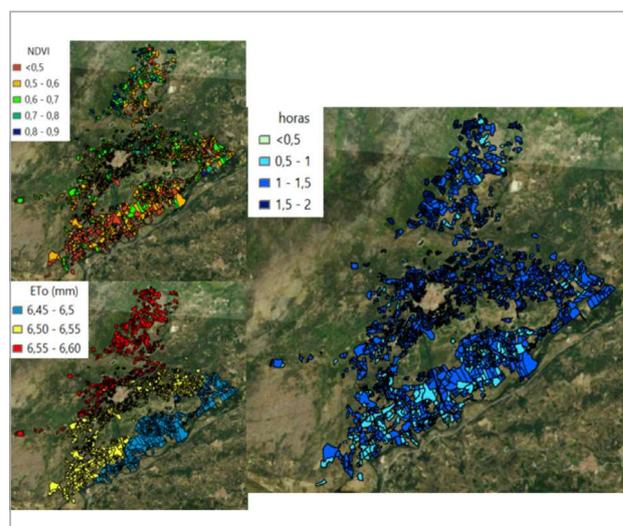


Figura 1. Ejemplo de mapa de ET₀ para toda la campaña de riego realizado a partir de los datos de ET₀, temperatura y altitud. Los puntos indican la posición de diferentes estaciones agroclimáticas.

permitiendo realizar así un fácil ajuste de los tiempos de riego, suponiendo que todos los regantes tienen 2 goteros de 4l/h por cada árbol, en función de la localización de la parcela (Nieto-Serrano et al., 2019)

Para los organismos de gestión como las Comunidades de Regantes, que tienen parcelas en diferentes zonas y altitud, el cálculo de las necesidades hídricas del cultivo en función de la variabilidad climática de la zona debería ser primordial en condiciones de escasez de agua. ■

Figura 2. Clasificación de las parcelas de la Comunidad de Regantes de El Torno (Cáceres) en función del índice medio NDVI en cada una de las parcelas, obtenido con datos del satélite sentinel 2 (a). Valores de ETo obtenidos de la plataforma Eeflux (b) y cálculo de los diferentes tiempos de riego diario recomendados para cada una de las parcelas (c).



AGRADECIMIENTOS

Estudios financiados con los proyectos LOI1107001 y GRU 10130 de la Junta de Extremadura y el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX) proyecto AE-11-0103-4 cofinanciado por la Agrupación de Cooperativas del Valle del Jerte y la Junta de Extremadura; y proyecto IB16214 y CCESAGROS cofinanciados por la Junta de Extremadura y todos ellos cofinanciados con fondos FEDER.



REFERENCIAS

- Allen, R. G., Morton, C., Kamble, B., Kilic, A., Huntington, J., Thau, D., ... & Robison, C. (2015). EEFlux: A Landsat-based evapotranspiration mapping tool on the Google Earth Engine. In 2015 ASABE/IA Irrigation Symposium: Emerging Technologies for Sustainable Irrigation-A Tribute to the Career of Terry Howell, Sr. Conference Proceedings (pp. 1-11). American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Confederación Hidrográfica del Tajo. (2020). Esquema provisional de temas importantes de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo.
- Fadón, E., Herrero, M., & Rodrigo, J. (2015). Flower development in sweet cherry framed in the BBCH scale. *Scientia Horticulturae*, 192, 141-147.
- FAO. (2012). Managing the Risks of Extreme Event and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (C. U. Press, Ed.) (Vol. 9781107025). Cambridge, UK, and New York, NY, USA.
- Guzinski, R., & Nieto, H. (2019). Evaluating the feasibility of using Sentinel-2 and Sentinel-3 satellites for high-resolution evapotranspiration estimations. *Remote Sensing of Environment*, 221, 157-172.
- MAPA. (2020). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Recuperado de <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/esyrce/>
- Navarro, M., Castillo, F. J., Fabado, L., & Pinilla, I. (2009). Evaluación de las Comunidades de Regantes del Valle del Jerte (Cáceres) (CENTER). Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Nieto-Serrano, E., Prieto, M. H., Serrano-Pérez, P., & Campillo, C. M. (2019). Gestión del riego en el Valle del Jerte. En XXXVII Congreso Nacional de Riegos, Don Benito (p. B-10).
- Nieto-Serrano, E. (2020). Respuesta de dos variedades de cerezo frente a diferentes estrategias de riego en el Valle del Jerte (PhD). Universidad de Extremadura.
- Sánchez, J. I., Ruiz, J. R., Bueno, I., & Nieto, E. (2001). Estudio de la situación actual y potencialidad, mejora y modernización de los regadíos tradicionales del Valle del Jerte (Cáceres). (Expte. SERV 59/00 (05.02.1261). No publicado).
- Steduto, P., Hsiao, T. C., Fereres, E., & Raes, D. (2012). Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua. *Estudios FAO Riego y Drenaje* 66.
- Tragsatec, Servicio de Regadíos, & Coordinación de Desarrollo Rural. (2019). 20 años de Modernización de los Regadíos en las Comunidades de Regantes de Extremadura. Junta de Extremadura.