

Hacia un riego inteligente

Experiencias en Rioja Alta en la automatización de riego en cultivos hortícolas e industriales

El ajuste del riego a las necesidades reales de los cultivos permite un ahorro de agua de 750 m³/ha

Texto y fotografías:

Joaquín Bruno Huete y Vanessa Tobar

Servicio de Información Agroclimática de La Rioja. Consejería de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente

Antonio Quijano González. Grupo TRAGSA



La implantación de sistemas de riego permite mejorar la productividad agrícola gracias a la posibilidad de cultivar especies de alto rendimiento cuyas demandas hídricas superan las aportaciones de la lluvia y la estabilización de las producciones independizándolas de la climatología.

La mejora de los sistemas de distribución de agua de riego hace posible controlar con elevada precisión el agua aportada y aumentar el número de hectáreas en regadío que un agricultor puede gestionar; como contrapartida, el riesgo que el agricultor asume es mayor, por lo que es imprescindible dotarle de herramientas que le faciliten la ejecución de los riegos y le permitan ajustar las dosis de agua de riego a las necesidades reales de los cultivos.

Un cálculo ajustado de la cantidad de agua de riego aportada a los cultivos mejora la rentabilidad de la explotación agrícola, reduciendo las pérdidas de este recurso debidas a riegos excesivos que provocan drenaje y asegurando que no se producen déficits de agua que limiten la cantidad final de cosecha.

En los últimos años, se han desarrollado planes de mejora de los regadíos en La Rioja que han estructurado amplias superficies dotándolas de hidrantes que hacen posible regar a demanda. En 2011, El Gobierno de La Rioja abrió un programa de ayudas al asesoramiento de las Comunidades de Regantes para mejorar la eficiencia del manejo del riego, tanto en la vertiente energética: haciendo más eficiente la impulsión y distribución del agua en la red; como en la vertiente medioambiental: ayudando a los regantes en la determinación de las dosis y momentos óptimos de riego. En este contexto, la empresa pública Tragsa se puso en contacto con algunas Comunidades de Regantes para realizar un estudio preliminar de la eficiencia del riego en sus instalaciones. Estos trabajos detectaron posibles mejoras tanto en los consumos energéticos como en la aplicación de riegos y, a partir de ellos, se inició un proyecto de mejora de eficiencia de los riegos en las Comunidades de Regantes, en el que se involucró la Consejería de Agricultura a través del Servicio de Información Agroclimática de La Rioja



Dos de los equipos de automatización GPRS utilizados en los ensayos en 2015 (página anterior y foto superior).

(SIAR). Posteriormente, a ese proyecto inicial se han añadido la Asociación para la Investigación de la Mejora del Cultivo de la Remolacha Azucarera (AIMCRA), así como empresas que han aportado su conocimiento y experiencia en el riego de cultivos, caso de Inicia-Sostenibilidad Agraria y otras relacionadas con la automatización del riego en parcela.

Las nuevas tecnologías

Los regadíos hortícolas e industriales de Rioja Alta utilizan, en su mayoría, sistemas de riego móviles de aluminio (tuberías y accesorios de aluminio porta aspersores), debido sobre todo a las rotaciones de cultivos seco-regadío y a que la mayoría de la tierra está en régimen de arrendamiento. Esta circunstancia ha hecho que se mantengan estos sistemas de riego en el tiempo cuando, en otras zonas con tradición de regadío, se ha ido imponiendo la aspersión con instalaciones enterradas.

Este sistema de riego, que cada año tiene una conformación distinta, según la parcela y el tipo de cultivo, hace que la automatización de la instalación tenga que adaptarse a estas circunstancias. Si no se emplea algún tipo de dispositivo que permita programar o automatizar los riegos, es necesario que el agricultor se desplace a realizar los cambios de sector de riego de modo manual, entrando a cada una de las válvulas que da servicio al ramal porta aspersor, lo que supone un alto coste en mano de obra. Conscientes de este problema, algunos regantes han ido incorporando novedades tecnológicas que les permiten automatizar parcialmente la gestión del riego, con el ahorro en desplazamientos y mano de obra que esto

supone. Han incorporado a sus instalaciones válvulas hidráulicas comandadas por programadores de pilas; los programadores más avanzados permiten configurarlos, de modo que con una programación fija, la frecuencia de riego se puede ir modificando en función de las circunstancias climáticas o fisiológicas del cultivo. De este modo sigue siendo necesaria la presencia física en el programador, ya que cualquier modificación de la programación es necesario realizarla *in situ*.

Hay varios factores que influyen en la distribución de los riegos, los condicionantes meteorológicos, los agronómicos, que a grandes rasgos son el tipo de cultivo y el tipo de suelo, la disponibilidad de agua dentro de la comunidad de regantes y los periodos tarifarios eléctricos, que en aquellas comunidades de regantes que bombean el agua con electricidad son muy importantes, tanto por la potencia que deben contratar como por el precio del kWh. Lo más normal es que el precio del agua sea diferente según el periodo tarifario. Por lo que la programación de riego se debe adaptar al día de la semana y al mes en que nos encontremos. Lo cual introduce otra variable dentro de la programación del riego: el coste del agua.

Las nuevas tecnologías hacen posible que podamos tener comunicación a distancia con los programadores de riego mediante un ordenador o un *smartphone*; con lo que un agricultor puede modificar los programas de riego según necesidades de una forma ágil y sencilla. Estos sistemas permiten un manejo del agua de riego más óptimo y mejoran la calidad de vida del agricultor, ya que no tiene que realizar tantos desplazamientos a la parcela para



Instalación de sensores de humedad y de frente de humectación en una parcela de remolacha.

realizar cambios de posturas y le permiten hacer un seguimiento a distancia para detectar posibles fallos, ya que son capaces de ofrecer información de presión y caudal en las tuberías.

Si, además, el regante incorpora a la distribución de riegos en su parcela, la información de la necesidad de agua del cultivo en cada momento en función de su desarrollo y de las condiciones meteorológicas, y la información del estado hídrico del suelo, estará mejorando la eficiencia del riego, manteniendo al cultivo en un estado óptimo de desarrollo.

Cálculo de las necesidades de riego

Tradicionalmente, el cálculo de las dosis de riego ha empleado métodos empíricos basados en la observación del suelo, el cultivo y los fenómenos atmosféricos; la experiencia personal del agricultor era determinante para conseguir un buen ajuste entre el riego aportado y el consumo del cultivo.

En un mercado globalizado donde el precio de las producciones es ajustado, el sobrecoste de un exceso de agua de riego o la pérdida de rendimiento por un déficit de agua limita, e incluso puede hacer negativa la rentabilidad del cultivo. Es en este contexto donde se hace evidente la necesidad de un cálculo de necesidades hídricas lo más ajustado posible a la demanda real del cultivo.

El sistema de cálculo de necesidades hídricas más extendido es el propuesto por la FAO. En él se calculan las nece-

sidades hídricas integrando información climática procedente de estaciones meteorológicas e información del cultivo y se realiza un balance hídrico que considera las entradas y salidas de agua en el suelo.

La cantidad de agua demandada por un cultivo es la suma de la evaporación directa de agua desde el suelo y la transpiración de las plantas. Ambos términos suelen considerarse de forma conjunta porque ocurren simultáneamente y es difícil distinguirlos. La FAO une ambos conceptos en la evapotranspiración del cultivo (ETc) y estima su valor a partir de variables meteorológicas—radiación solar, temperatura y humedad relativa del aire y velocidad de viento— y las características del cultivo—especie, variedad, estado de desarrollo, condiciones de cultivo, etc.—.

Los aportes de agua al cultivo se producen mediante la precipitación y los riegos ejecutados por el agricultor. La lluvia que se incorpora en el balance es la precipitación efectiva; es decir, aquella que contribuye a la recarga de las reservas de agua del suelo y que, por tanto, llega hasta las raíces de la planta no perdiéndose por escorrentía, drenaje o evaporación directa desde el suelo.

Conocidas las variables de entrada y salida de agua en el suelo se realiza el cálculo del balance hídrico a partir del que se obtiene la reserva de agua que contiene el suelo en cada momento. A este balance, calculado de acuerdo a las indicaciones dadas por la FAO, se le conoce con el nombre de Balance FAO-56.

Inspirados en este sistema de cálculo del balance hídrico, algunos organismos ofrecen información de ayuda para los riegos durante la campaña. En La Rioja, el Servicio de información Agroclimática de La Rioja (SIAR) de la Consejería de Agricultura ofrece en su página web un sistema de cálculo de necesidades hídricas con un balance parcial que integra la precipitación efectiva y el consumo del cultivo, pero no contempla el estado hídrico del suelo ni los riegos realizados. Por ello, este sistema puede servir de guía al agricultor pero requiere evaluar la reserva de agua del suelo antes de tomar la decisión final de la cantidad de agua a aplicar. Aimcra también ofrece un sistema de recomendaciones similar, que incorpora una estimación de la reserva de agua del suelo y envía al agricultor, mediante mensajes de texto al teléfono móvil, una recomendación de la cantidad de agua de riego a aplicar. En este caso, la recomendación cuenta con una mayor precisión pero, al no computarse la cantidad de agua que finalmente aplica el agricultor, el balance sufre desajustes, por lo que es válida como guía o referencia pero no puede ser empleada directamente para planificar los riegos.

Actualmente, la información ofrecida por estos organismos no permite calcular, por lo tanto, una recomendación de riego personalizada a cada parcela, ya que esto supondría incorporar en el sistema de cálculo información sobre los riegos aplicados y una mejor caracterización del suelo. Introducir estos parámetros exigiría



Sensores de suelo instalados en una parcela de judía verde.

una elevada implicación por parte del agricultor, quien, durante la campaña de riego, adolece de una importante limitación del tiempo debido a la alta carga de trabajo.

Sin embargo, la tecnología actual hace posible que la información relativa a los riegos ejecutados sea integrada en plataformas de cálculo automatizadas, que permiten actualizar el balance de forma diaria y establecer una recomendación de riego basada en el método del balance hídrico, adaptada a cada parcela de riego. Estos sistemas logran una mayor automatización de la gestión del riego y mejorar la eficiencia energética, ajustando los riegos aportados al consumo de agua real de los cultivos.

Ensayos en Rioja Alta

En este contexto, desde 2012 se ha trabajado en la incorporación de automatismos que permiten gestionar remotamente el riego de las parcelas, probándose distintos prototipos y configuraciones. Además, se han realizado ensayos demostrativos del empleo del método del balance para el cálculo de las necesidades hídricas.

A partir de los ensayos y pruebas realizados se ha comprobado que es técnicamente posible establecer sistemas que reciban información de distintas bases de datos y las trabajen para dar servicio al agricultor, ayudándole a tomar decisiones y materializándolas sobre los cultivos en cuestión de minutos. Los ensayos se han realizado en las Comunidades de Regantes del Sector III Tramo 3º del Canal de la margen izquierda del Najerilla, la de Ochánduri y la de Yalde.

Durante los dos primeros años de trabajo, 2012 y 2013, se probaron distintos sistemas de automatización, con válvulas con microtubos y vía programadores de radio, que presentaron distintos problemas para adaptarse a las necesidades de riego de los agricultores de la zona.

El tercer año (2014) se depuraron todos los problemas encontrados y se optó por el sistema de comunicación GPRS (telefónica), de modo que el programador es del agricultor y lo configura con sus medios o recurriendo a la empresa proveedora. Los agricultores programan sus riegos en coordinación con las peticiones a la Comunidad de Regantes e, incluso, si el agricultor proporciona sus claves, podrían acceder y configurar el programador. Este primer año se automatizaron unas 100 hectáreas de distintos cultivos.

Durante el cuarto año (2015) se ha continuado con el mismo sistema GPRS, pero ampliando tanto las hectáreas como las marcas de equipos en prueba gracias al proyecto de I+D+i OPTIREG: "Gestión eficiente de regadíos" de Tragsa. Con el objetivo de tener una sana competencia de proveedores, se trabaja siempre con sistemas estandarizados que cumplan con los requisitos necesarios para ser compatibles con los equipos y sensores precisos para la gestión del riego. La implantación del sistema ha permitido automatizar unas 200 hectáreas en 96 parcelas de remolacha, patata, guisante y alubia verde y zanahoria, en los municipios de Bañares, Castañares de Rioja, Cidamón, Haro, Rodezno, San Torcuato,

Zarratón, Anguciana, Alesón, Manjarrés y Ochánduri.

La información con la recomendación de riego llega al agricultor a través de mensaje de móvil o por vía telefónica desde los organismos encargados de asesoramiento (AIMCRA en el caso de los cultivadores de remolacha, o SIAR, Tragsa y la empresa Iniciativas Agrarias Sostenibles para el resto de cultivos). Para realizar la recomendación se tiene en cuenta el riego efectuado en cada parcela, dato proporcionado por las comunidades de regantes, y los registros de lluvias y las necesidades hídricas de cada cultivo (ETc), aportados por el SIAR. Tras recibir estos valores en bruto, los técnicos asesores interpretan los datos (en base a análisis de suelo para saber la capacidad de retención de agua del terreno, la recogida de lixiviados, etc.) y envían la recomendación de riego al agricultor, quien, con esta información, solicita a la comunidad de regantes la cantidad y la frecuencia que considera conveniente, automatizando el riego para cada postura a través de electroválvulas controladas vía GPRS. Así, es el agricultor quien toma la decisión de riego de su parcela y puede programar "en tiempo real" las posturas de riego de modo independiente.

Además de las demostraciones de automatización de la gestión del riego, en algunas de las parcelas se realizaron balances hídricos siguiendo el método FAO-56 para decidir el momento y el volumen de riego a partir del seguimiento de la evolución del contenido de agua en



Automatización del riego en una parcela mediante microtubo.

el suelo. A lo largo de estos cuatro años se ha realizado este seguimiento en 28 parcelas con cultivos de remolacha, patata y judía verde. En estos ensayos se ha comparado el riego propuesto por el método del balance con el ejecutado por el agricultor. Para comprobar el buen funcionamiento del método se instalaron sensores de humedad de suelo, se realizaron controles periódicos del estado del cultivo y en cosecha se realizaron análisis comparativos entre los resultados que obtenían los agricultores y el que se conseguía en las posturas regadas según el método del balance FAO-56.

Resultados y conclusiones

Los resultados concretos de los ensayos de riego usando el método del balance han sido publicados en distintas memorias emitidas por los organismos involucrados en el proyecto y se han difundido entre los agricultores y técnicos realizando presentaciones anuales en la zona de trabajo.

Estos resultados han mostrado un ahorro de agua entre la práctica habitual del agricultor y el riego propuesto por el balance. El ahorro medio observado ha sido de 750 m³/ha. Hubo parcelas en las que el ahorro fue de hasta 1.290 m³/ha y, en otros casos, las diferencias fueron menores, del orden de 400 m³/ha. Sin embargo, no hubo diferencias en el número de riegos ejecutados, es decir, al final de la campaña, el número de riegos aportados según la práctica habitual del agricultor y los aplicados siguiendo el ba-

lance de agua en el suelo fueron similares. En relación a los drenajes, se observó que fue mayor en las parcelas regadas según la práctica habitual del agricultor, donde la cantidad de agua aplicada fue superior a la recomendada por el balance, suponiendo en algunos casos un 20% del total de agua aportada mediante el riego.

Los drenajes fueron mayores en los períodos iniciales, cuando la raíz es pequeña pero es necesario aportar agua para asegurar la nascencia y correcta implantación del cultivo. Durante la campaña de riego los drenajes estuvieron ligados a la aparición de eventos de lluvia que aumentaron la reserva del suelo. En el tratamiento FAO-56 fue posible reducir el drenaje total, en comparación con el riego convencional del agricultor, gracias al conocimiento del estado hídrico del suelo, que hizo posible ajustar las cantidades de agua aportadas de forma que no se superase la capacidad de almacenamiento.

Por último, los resultados indican que los riegos según el balance de agua no supusieron un detrimento en la producción, no habiendo diferencias con las cosechas obtenidas por el agricultor siguiendo su práctica habitual. Así, por ejemplo, en 2015, en remolacha, las producciones medias del riego según balance fueron de 131,7 t/ha y en el riego según práctica habitual del agricultor 130,2 t/ha. En el caso de la judía y la patata, no se pudieron realizar estudios comparativos en 2015 entre el riego según el balance FAO-56 y riego habitual del agricultor, sin embargo

las producciones de los cultivos gestionados según el método del balance ofrecieron cosechas en torno a la 17 t/ha en judía y las 55 t/ha en patata; es decir, en todos los casos los rendimientos medios estuvieron dentro de los rangos habituales en la zona y, también, dentro de los parámetros de calidad exigidos para cada uno.

Las conclusiones generales de las experiencias llevadas a cabo con el método de balance es que con esta pauta de riego, los agricultores pueden reducir el consumo de agua manteniendo las producciones, y en una proporción importante esta reducción se debe a la disminución de las pérdidas por drenaje; es decir, aquellas que se producen al aplicar volúmenes de riego demasiado altos y que el suelo, que actúa como un depósito de agua, no puede almacenar y la planta no puede aprovechar.

Los agricultores colaboradores, a lo largo de estos años, han aprendido a confiar en el método del balance que ha demostrado ser una herramienta robusta que les aporta un criterio fiable para aplicar los volúmenes de agua necesarios para asegurar los rendimientos del cultivo y la calidad de las cosechas, al mismo tiempo que se reducen las pérdidas y se mejora la eficiencia del riego.

A partir de la ejecución de estas experiencias aparecen una serie de retos que es interesante acometer en un futuro. Por un lado, la continuación de la mejora de las infraestructuras de riego, incorporando los sistemas necesarios para que su gestión por parte del agricultor sea

Instalación enterrada y sensores Fullstop de frente de humectación.

sencilla y no requiera su presencia física continua en la parcela.

Por otro, es necesario mejorar la disponibilidad de los datos necesarios para calcular el balance, la automatización de estos cálculos exige un esfuerzo por parte de la administración y las comunidades de regantes que cuantifican el agua de riego aplicada. Es necesario que esta información sea accesible de forma automática y sólo así será posible el desarrollo de sistemas que realicen el cálculo de balance personalizado para cada parcela y envíen los resultados o las recomendaciones de riego ajustadas a la realidad al agricultor o técnico asesor. En relación a estas mejoras necesarias, el Consejo de Gobierno de La Rioja aprobó recientemente la orden 21/2015 a través de la cual se establecen una serie de ayudas para las comunidades de regantes orientadas a la mejora de infraestructuras de riego y a la mejora o implantación de tecnologías de información y comunicaciones, así como para inversiones en sistemas informáticos.

Una vez que se superen estos escollos se abrirán nuevas vías de posible ahorro de agua mejorando este sistema con información adicional, como las predicciones climáticas que permitan ajustar el riego previniendo la influencia de fenómenos atmosféricos como lluvias o golpes de calor, así como información recabada en la propia parcela a través de sensores, en especial aquellos que miden el contenido de agua en el suelo o el estado fisiológico de las plantas.

Agradecimientos

Los autores del trabajo agradecen a la Consejería de Agricultura la financiación del proyecto mediante las diversas líneas de ayudas para campos demostrativos y los proyectos de investigación regional; a los agricultores colaboradores que han puesto a disposición sus parcelas y tiempo para la ejecución de los ensayos; y a todas las entidades y empresas que han colaborado: Comunidad de Regantes del Sector III, Tramo 3º del Najerilla, Comunidad de Regantes de Ochánduri y Comunidad de Regantes de Yalde; AIMCRA; Iniciativas Agrarias Sostenibles; Macraut, Progres, Irriego, Coarval, Próxima Systems, Bermad y Regaber.

