

## CONCLUSIONES DEL XXXIX CONGRESO NACIONAL DE RIEGOS ÚBEDA 2023



Acto inaugural, de izquierda a derecha: D. Nicolás Ruiz, rector de la Universidad de Jaén; D.<sup>a</sup> Antonia Olivares, alcaldesa de Úbeda; D. Fernando Miranda, Secretario General de Agricultura y Alimentación del MAPA; D. José M<sup>a</sup> González Ortega, presidente de AERYD; y D.<sup>a</sup> Florence Malerbe, tesorera de AFEID

Octubre de 2023

## CONCLUSIONES GENERALES

El XXXIX Congreso Nacional de Riegos ha sido el primero coorganizado entre el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, y la Asociación Española de Riegos y Drenajes, desarrollando un convenio de colaboración entre ambos organismos suscrito el pasado mes de marzo.

La agricultura de regadío se enfrenta a numerosos retos, debidos principalmente al cambio climático y las sequías, cuya afección al sector se ha visto incrementada en las últimas décadas. Este paradigma, junto a unos requerimientos de producción y calidad cada vez mayores, hacen que la adaptación resulte especialmente compleja, frente a unas expectativas de menor disponibilidad de agua y ante un permanente incremento del coste unitario de los insumos, que no siempre pueden trasladarse al precio final en origen, pues se está compitiendo en un mercado global, pero producidos con distintas reglas sociales, ambientales y arancelarias.

Para afrontar este reto con éxito, el sector del regadío apuesta claramente por la combinación de las siguientes acciones:

- I. El uso de recursos hídricos alternativos, como las aguas regeneradas o desaladas, como complemento a los recursos convencionales para satisfacer las necesidades de riego de los cultivos.
- II. La digitalización y el uso de nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia del riego y monitorizar, más profundamente, la evolución de los cultivos para incrementar la producción.
- III. Planificar una oferta sostenible de agua para la agricultura, a partir de la creación de redes, de conocimiento y tecnología, para alcanzar un manejo más sostenible del agua en la agricultura, contemplando la gobernanza del mismo.

Para poder implementar esas acciones, se hace imprescindible un fuerte y pronto apoyo institucional a nuestros agricultores, tanto simplificando la burocracia como agilizando las ayudas económicas a la inversión. Y necesariamente, también en el corto plazo, para que puedan atender algunos aspectos del gasto corriente, pues el servicio de la deuda a las inversiones realizadas y por realizar, junto a 3 años malos, está obligando a aplazar actividades de mantenimiento ordinario, que, de no realizarse ahora, requerirán posteriormente de nuevas inversiones de magnitud muy superior.

El XXXIX Congreso Nacional de Riegos ha representado un importante foro de debate sobre la situación actual y futura del regadío. Con ello, una edición más, ha demostrado ser una herramienta eficaz para la interacción entre los principales agentes implicados en su desarrollo: investigadores y técnicos, administración, empresas, y regantes.

## CONCLUSIONES POR ACTIVIDADES

### 1. Conclusiones relativas a las SESIONES TECNICO-CIENTIFICAS

#### 1.1. SESIÓN A: Utilización de aguas desaladas y regeneradas

Este grupo temático ha dado cabida a diversos temas como: uso de aguas regeneradas y salinas para el riego, uso de aguas marinas desaladas, o el uso de distintos tipos de agua para el riego. Se presentaron cinco comunicaciones técnico-científicas sobre la utilización de aguas desaladas y regeneradas, concentradas en una sesión en las que se abordaron aspectos relativos a:

- La importancia de valorizar los nutrientes que incorporan las aguas regeneradas al cultivo.
- Determinación de los valores umbrales de riego en los periodos fenológicos críticos y estudio de su efecto en producción y calidad del fruto.
- Estudiar los posibles daños de toxicidad provocados por determinados iones presentes en las aguas marinas desaladas.
- Estudiar la mezcla de aguas, como solución y/o mejora en la calidad de las mismas y, específicamente, en la optimización del fertirriego.
- Estudiar la posible combinación de agua procedente de diversas fuentes (superficial, subterránea, regenerada, desalada...), tanto desde el punto de vista agronómico como económico.

#### 1.2. SESIÓN B: Agronomía del Riego

Las comunicaciones presentadas en el ámbito de este grupo han desarrollado diversos temas como son: las relaciones agua-suelo-planta-atmósfera, las necesidades hídricas de los cultivos, las estrategias de riego, los riegos deficitarios, etc. Se presentaron catorce comunicaciones orales sobre agronomía del riego y optimización del manejo del riego, repartidas en dos sesiones en las que se abordaron aspectos relativos a:

- La utilización de sensores para registro del estado hídrico del suelo y la planta, permitieron realizar un riego de precisión en una plantación de limoneros, ajustando la dosis de riego a las necesidades hídricas del cultivo en tiempo real, posibilitando un ahorro significativo de agua. Aunque no se observaron diferencias significativas en la productividad del agua de riego entre tratamientos, los autores recomiendan esta metodología para programar el riego, en vez de estimar la evapotranspiración de los cultivos, debido a su empirismo.
- El empleo de herramientas de ayuda a la toma de decisiones, como el modelo AquaCitrus, permiten llevar a cabo programaciones de riego más eficientes ante escenarios de cambio climático, consiguiendo un uso sostenible del agua en cítricos.
- Los agricultores necesitan saber las necesidades de agua de riego de sus cultivos en tiempo casi real, siendo las herramientas on-line una posible solución a esta demanda. La aplicación SIAR-PR permite realizar una programación de riegos personalizada para diferentes dotaciones hídricas en cultivos leñosos.

- El cálculo de las necesidades hídricas de un cultivo concreto, siguiendo la metodología de FAO56 y utilizando los valores de  $K_c$  y la duración de cada etapa, según aparecen publicados en este manual, puede presentar diferencias importantes según el método de cálculo de la  $ET_o$ , la curva de  $K_c$ , la fecha de inicio del ciclo, y la duración en días de cada etapa del ciclo de cultivo. Estos resultados sugieren la importancia del método de  $ET_o$  seleccionado y el ajuste local de los valores de  $K_c$  y de la duración de cada etapa, para mejorar la precisión en la estimación de las necesidades hídricas de los cultivos en cada zona de estudio.
- La estimación de la  $ET_o$  es un parámetro clave para la determinación precisa de las necesidades hídricas de los cultivos, según la metodología de FAO56. En ausencia de datos meteorológicos para poder obtener las variaciones espaciales de la  $ET_o$ , se propone una metodología para el mapeo diario de la  $ET_o$ , considerando las características geográficas del terreno. La metodología de interpolación por regresión lineal dinámica muestra una gran capacidad de adaptación a las variaciones meteorológicas de cada día, permitiendo reproducir satisfactoriamente la forma de distribución de la  $ET_o$  observada.
- La utilización de la temperatura infrarroja para determinar el estado hídrico de la planta y optimizar la programación de riegos está cada vez más extendida, pero hay que tener en cuenta las limitaciones derivadas de utilizar directamente la temperatura del dosel vegetal (afectada por las variables meteorológicas), siendo mucho más efectivo utilizar índices de estrés hídrico, como los ampliamente conocidos  $\Delta T$  y CWSI. En este sentido, la utilización de cámaras térmicas de bajo coste se presenta como una herramienta muy interesante para el manejo del riego en cultivos leñosos (por ejemplo, el almendro) sometidos a diferentes tratamientos hídricos.
- El riego subterráneo en olivar con aprovechamiento de subproductos de almazara, es una solución tecnológica que ha mejorado la competitividad del producto final, contribuyendo así a la economía circular.
- El crecimiento de la aceituna es muy sensible al estrés hídrico, de manera que cuando éste es severo y se mantiene en el tiempo, el crecimiento llega incluso a detenerse afectando a la formación de aceite. Por ello las lluvias de otoño son imprescindibles para una buena formación de aceite, tanto para olivos en secano como en regadío.
- Los riegos deficitarios controlados siguen siendo una alternativa, como demuestran ensayos a largo plazo, en los que, manteniendo el riego en las fases fenológicas más sensibles al estrés hídrico, se obtuvieron eficiencias productivas, tanto de aceituna como de aceite, mayores que con riegos deficitarios continuos.
- La aplicación de algoritmos basados en sensores de estado hídrico del suelo y la atmósfera ha resultado ser una herramienta prometedora para la programación automática del riego de naranjos, siendo los datos históricos de  $ET_o$  más adecuados que las previsiones de  $ET_o$ , ya que supusieron una reducción del rendimiento.
- En almendros jóvenes se han estimado los coeficientes de cultivo basales a partir de datos de fracción de cobertura vegetal y altura con resultados alentadores para diferentes condiciones de marco de plantación, tamaño y densidad de plantas.
- En vid se ha comprobado que el riego en pre-brotación no indujo diferencias en la producción y calidad final de la uva, afectando en años secos al estado hídrico del cultivo en las etapas iniciales. La recarga del perfil del suelo al inicio del ciclo vegetativo del viñedo se plantea

como una herramienta de manejo del agua en el viñedo, debido a la disponibilidad de recursos hídricos en los meses de marzo-abril, momento con una menor presión sobre los recursos.

- También en vid se ha comprobado que el efecto de la frecuencia de riego depende de la textura del suelo, de forma que en suelos arenosos hay una tendencia a mayores producciones con mayor frecuencia de riego; mientras que en los de texturas arcillosas, la mayor producción se consiguió con menor frecuencia de riego (semanal), observándose en este caso un aumento de sólidos solubles totales, según la variedad estudiada.
- En algodón se ha estudiado la eficiencia de aplicación del agua y el nitrógeno en diversas parcelas comerciales, concluyendo que, más que la cantidad, es importante cómo y cuándo éstos se aplican, con una alta correlación de la producción con el número de riegos debido a que la menor lamina aplicada por riego incide en una menor pérdida por lixiviación de agua y nutrientes, y un mejor aprovechamiento por el cultivo.

### **1.3. SESIÓN C: Regadío y medioambiente**

Los temas abordados en este grupo han sido los siguientes: estimación de huella de carbono, agricultura sostenible, buenas practicas agroambientales, evolución del balance hidrosalino y mantenimiento de la calidad del agua para riego. Se presentaron nueve comunicaciones orales sobre riego y medioambiente, repartidas en dos sesiones, en las que las principales conclusiones fueron:

- El análisis de la evolución del balance hidrosalino de una zona regable de la cuenca de Lerma, en Bardenas, Zaragoza, ayudó a determinar que la consolidación del regadío está produciendo una progresiva disminución de la salinización inducida sobre los sistemas hídricos receptores de los retornos de riego. Parece preciso profundizar en los diferentes procesos geoquímicos, para poder identificar posibles problemas ambientales asociados al regadío.
- La estimación de la huella de carbono para el cultivo de brócoli con sistema de riego localizado, considerando tanto las emisiones de gases de efecto invernadero (labores, riego y fertilización), como el secuestro de carbono, mostró un balance positivo en el que el secuestro de carbono fue mayor que las emisiones de CO<sub>2</sub>, considerando diferentes alcances.
- Se describe el análisis del flujo del agua de riego en el suelo, para lograr una agricultura sostenible, por medio de la caracterización del suelo a partir de ensayos en campo, analizando la influencia de la carga de agua y la infiltración por conductos preferentes.
- Se presentaron buenas prácticas agroambientales centradas en medidas de conservación de la naturaleza y lucha contra el cambio climático dentro del área de regadío en Alqueva (Portugal), con el fin de conservar el patrimonio natural promoviendo una estrategia territorial que beneficia la conectividad ecológica, promocionando corredores ecológicos, favoreciendo la movilidad de la fauna, la calidad del agua de las balsas de riego, y conservando hábitats prioritarios como la dehesa, las riberas y los matorrales naturales.

- Se presenta una patente para favorecer la rápida infiltración, captación y retención de agua en suelos del olivar. El producto mejora la producción de aceituna con la misma cantidad de agua y de abono, siendo de especial importancia en épocas de sequía.
- En relación al desarrollo de aplicaciones informáticas destinadas a la gestión de los procesos agrícolas, se destaca el trabajo que desarrolla un proyecto de colaboración ciudadana para la detección precoz de invasiones y colonizaciones biológicas en las infraestructuras de riego por medio de una app para móvil. El equipo pluridisciplinar que da servicio a la aplicación ha puesto en el mercado español una expertís para proponer y aplicar tratamientos específicos, evitando el vaciado o los generalistas con productos oxidantes.
- Se muestra otra herramienta digital muy interesante, abierta y gratuita para ayudar a agricultores y asesores en la toma de decisiones de una explotación, y permitirles acceder y gestionar información de parcelas agrícolas, de especial interés en las exigencias de los eco-regímenes del regadío.
- Se exhibe un trabajo de revisión de modelos analíticos sobre la evolución temporal del frente de avance del flujo de agua en el suelo bajo condiciones de riego por goteo superficial con simetría esférica, y su comparación con un nuevo modelo analítico simplificado deducido a través de la integración directa de la ecuación de Darcy combinada con la ecuación de continuidad.
- Se presenta un estudio, con forma de encuesta, sobre una muestra muy significativa de concesionarios de agua (en general para riego), la cual constata que, desde mitad del año 2022, en toda la Península se ha dejado de cuidar la calidad del agua embalsada (algas y sedimentos). Y que tampoco hay posibilidad de acometerla debido, fundamentalmente, al incremento de costes que impone la vigente Ley de Residuos, y a que el servicio de la deuda de inversiones de modernización y energéticas, impide dedicar recurso alguno a la limpieza de las balsas. Concluye que se aplaza la tarea, aun siendo conscientes que puede desaparecer la escasa oferta capacitada para hacerlo, sin destrozarse o envejecer las geomembranas; y que conllevará, en unos pocos años, la retirada de esos sedimentos con maquinaria de obra civil junto a la reposición de las geomembranas con una nueva modernización de regadíos, para una infraestructura hoy existente y cuya vida útil debería superar los 50 años.

En resumen, en la temática se trasladaron buenas prácticas agroambientales centradas en medidas de conservación de la naturaleza y lucha contra el cambio climático dentro del área de regadío.

#### **1.4. SESIÓN D: Utilización de nuevas tecnologías en el regadío**

Dentro de este grupo se han abordado diversos temas, como son: la aplicación de las nuevas tecnologías, su importancia para desarrollar un riego que optimice el manejo de agua y nutrientes, o como pueden ayudar a maximizar la producción del cultivo o minimizar el impacto ambiental del riego. Se presentaron cinco comunicaciones orales sobre el uso de nuevas tecnologías en el regadío, concentradas en una sesión en las que las principales líneas abordadas fueron las siguientes:

- Las nuevas tecnologías agrupan un conjunto de técnicas diversas que se pueden englobar dentro de lo que se conoce como internet de las cosas (IoT) aplicado al riego. Entre dichas técnicas, se pueden destacar sistemas de automatización y control, tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), sistemas expertos y sistemas basados en métodos de Inteligencia Artificial (IA) como Machine Learning o Deep Learning, teledetección y análisis de imagen procedente de sensores remotos, big data y plataformas y sistemas de información para el regadío.
- Las técnicas de teledetección aplicadas a la gestión del regadío están tomando un fuerte auge recientemente, debido a la aparición de nuevas plataformas que están proporcionando imágenes con mayor resolución espacial y temporal que hace algunos años, como es el caso de las imágenes de los satélites Landsat 9 o Sentinel, así como las proporcionadas por los nuevos nanosatélites y drones. Las aplicaciones de la teledetección para el manejo del riego son múltiples. Se presenta el uso de imágenes Sentinel para la detección y clasificación de las parcelas de frutales regadas. Esto resulta de gran utilidad para realizar un inventario preciso del regadío y detectar posibles fraudes en el manejo del agua.
- La combinación del análisis de las imágenes térmicas del satélite Landsat, junto con predicciones climáticas, resulta un método útil para calcular la evapotranspiración del cultivo, y realizar recomendaciones de riego distribuidas espacialmente y en tiempo real.
- El uso de sistemas expertos y plataformas de información y apoyo al agricultor, es otra de las nuevas tecnologías que se están extendiendo últimamente para el manejo del riego. Se expone el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) para realizar un riego de precisión en cultivos leñosos. Se ha desarrollado una aplicación, compatible con los dispositivos móviles, que permite realizar la programación del riego en función de los datos registrados por sensores instalados en parcelas y mediante la información y predicciones realizadas por servicios de información agroclimática. Además de informar al agricultor sobre la programación óptima de riego, permite evaluar índices de impacto ambiental como la huella hídrica del riego.
- Se presenta una novedosa plataforma de internet de información agrícola, denominada Plataforma TIERRA. Se ha hecho hincapié en las herramientas disponibles en la misma, para la programación racional del riego en sistemas de cultivos intensivos bajo invernadero.
- Los resultados del proyecto “REBAPRES” comparan experimentalmente parcelas en riego por aspersión tradicional con nuevos sistemas de aspersión de baja presión en la región de Castilla-León. Los resultados experimentales parecen confirmar que la utilización de dichos aspersores de baja presión permite reducir el gasto energético sin afectar significativamente a la producción del cultivo.

### 1.5. SESIÓN E: Ingeniería del Riego

Dentro del ámbito de este grupo han tenido cabida diversos temas, como son: el análisis del uso del agua y la energía, y como optimizar su uso; nuevos modelos para el cálculo del coeficiente de solape en riego por goteo; la influencia de la temperatura en el caudal de descarga en goteros turbulentos y autocompensantes; nuevas metodologías de diseño de parcelas de riego mediante el uso de drones, etc. Se presentaron nueve comunicaciones orales sobre ingeniería del riego, repartidas en dos sesiones, en las que las principales líneas abordadas fueron las siguientes:

- Se muestra el análisis de la gestión real del uso del agua y la energía (convencional y fotovoltaica) que hace una comunidad de regantes que dispone de una planta propia de producción de energía fotovoltaica de 6 MWp, con capacidad de venta de sus excesos de energía. Se proponen distintas medidas para optimizar el consumo de la energía producida por la planta y maximizar la rentabilidad de la instalación fotovoltaica.
- Se presenta el desarrollo teórico de las ecuaciones para el cálculo del coeficiente de solape entre emisores de riego por goteo, tanto para ramales individuales como para pares de ramales. Estas ecuaciones han sido el punto de partida para determinar el número de emisores necesarios para el diseño de sistemas de riego para parques y jardines.
- El estudio experimental de la influencia de la temperatura en el caudal desaguado por goteros turbulentos y por goteros autocompensantes, muestra que la influencia de la temperatura en el rango de valores estudiado, no es relevante en goteros turbulentos, siendo la variación de caudales mayor en el caso de emisores autocompensantes, a lo largo del intervalo de presiones de compensación.
- El resultado de una metodología de diseño hidráulico de un sistema de riego de precisión en una parcela comercial de vid, que tiene en cuenta la variabilidad del cultivo, basada en su vigor determinado a través de vuelos con drones, permite diseños irregulares en forma y topografía, adaptados a la variabilidad de la parcela, para aplicar dosis de agua diferentes según la zona.
- La automatización del trazado y dimensionado de la red terciaria, desde hidrante multiusuario hasta parcela, utilizando el algoritmo de Dijkstra implementado en entorno SIG, permite reducir el tiempo empleado en el trazado en la fase de proyecto, así como optimizar tanto la longitud de trazado como el diámetro nominal de las conducciones, consiguiendo ahorros significativos del coste de instalación respecto a los métodos clásicos de trazado empleados por los proyectistas de este tipo de conducciones.
- La utilización de un sistema de riego por goteo en cultivos hortícolas con dosis variable, a partir de la zonificación de una parcela de cultivo hortícola en función de su potencial productivo, permite mejorar los rendimientos sin aplicar una mayor cantidad de agua en toda la parcela, como se hace en los sistemas de riego convencionales; haciéndolo solamente en las zonas menos productivas que lo necesiten, homogenizando así la producción en toda la parcela. El potencial productivo se puede obtener utilizando imágenes de satélite Sentinel 2 para obtener el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) en la parcela cultivada previamente. La dosis variable del sistema de riego se consigue utilizando emisores de mayor caudal, en las zonas de menor potencial productivo.
- Para maximizar la eficiencia del riego en agricultura es importante conocer el comportamiento de los equipos de riego en diferentes instalaciones y condiciones de uso.

La eficiencia de la distribución y el tamaño de gota son aspectos claves en la optimización de los sistemas de riego. Para optimizar el uso del agua es necesario la utilización de tecnología adecuada, la calibración periódica del sistema de riego, el monitoreo continuo del mismo, así como el manejo y mantenimiento del sistema de riego.

- Las ventosas son elementos claves para el buen funcionamiento de las redes de riego, por lo que resulta de suma importancia seleccionar y ubicar correctamente estos equipos. El procedimiento de caracterización de ventosas y purgadores viene definido en las normas UNE-EN 1074-4 “Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación. Parte 4: Purgadores y ventosas” e ISO 9635-4 “Agricultural irrigation equipment – Irrigation valves – Part 4: Air valves”. En dichas normas se permite el empleo tanto de soplante como de calderín para realizar los ensayos de expulsión y admisión de aire. Los resultados encontrados en un análisis de ventosas de 4 fabricantes llevado a cabo en el CENTER, muestran que, en los ensayos de expulsión de aire, los resultados son similares si para la introducción de aire en el sistema se utiliza soplante o calderín. Sin embargo, en los ensayos de admisión de aire, hay diferencias significativas si se utiliza un sistema u otro de introducción de aire. Por ello, desde el CENTER y en colaboración de los fabricantes y los expertos del comité que participa en el UNE-CTN 318 “Riegos”, se está trabajando para normalizar las variables que influyen en los procedimientos de ensayo de ventosas y modificar los documentos normativos en vigor.
- Los aliviaderos de las balsas son elementos de seguridad básicos que evitan el desbordamiento por su coronación, ya que dicho desbordamiento podría suponer la rotura de la misma. Se deben dimensionar para evacuar la suma del caudal de entrada a la balsa más el caudal de lluvia. Se presenta una formulación que caracteriza el funcionamiento hidráulico de aliviaderos tipo canal, así como el efecto de laminación que produce la superficie de la balsa. La formulación propuesta por la que se obtiene el tiempo y el volumen vertido, es robusta y simple de aplicar, obteniéndose resultados con errores despreciables frente a modelos más complejos y difíciles de manejar sin herramientas informáticas. Se ha comprobado, que a partir de superficies de lámina de agua en la balsa de 10.000 m<sup>2</sup>, el caudal de vertido por el aliviadero es inferior a la suma del caudal de entrada más el caudal de lluvia, produciéndose así un efecto laminador que empieza a ser importante a partir de dicha superficie de lámina de agua.

## 1.6. SESIÓN F: Gobernanza del Riego

Los temas abordados dentro de esta sección han sido los siguientes: ausencia de un inventario de balsas a nivel nacional o la necesidad del compartimento de conocimientos para conseguir un regadío más sostenible. Se presentaron cuatro comunicaciones orales sobre la gobernanza de riego, concentradas en una sesión en las que las principales líneas abordadas fueron:

- Existe una gran preocupación sobre una buena gestión del recurso hídrico y las diferentes reseñas al medio ambiente y a la ecología.
- Frente a la situación climática de la Península Ibérica, agravada en escenarios de cambio climático, es importante hacer un planeamiento riguroso de las posibilidades de oferta sostenible de agua para la agricultura; y en conformidad, ajustar la expansión del regadío.

- La labor desarrollada por todos los agentes implicados en el regadío en España nos sitúa en una notable posición frente a nuestros homólogos internacionales, en cuanto a la eficiencia del riego. Si queremos seguir mejorándola, debemos crear redes, compartir conocimientos y tecnología, para así, alcanzar un manejo más sostenible del agua en la agricultura.
- La proliferación de las balsas para riego a lo largo del territorio nacional, y el gran vacío y confusión normativa, que estas infraestructuras han tenido históricamente, tanto a nivel autonómico como nacional, ha propiciado que se carezca de un registro oficial completo de las mismas, resultando imprescindible, a día de hoy, disponer no solamente del dato realtivo a identificación y ubicación de las balsas en todo el territorio nacional, sino también, el conocimiento de sus parámetros constructivos, fundamentales para trabajos de protección civil, planificación urbanística, territorial, y normativa.
- Las nuevas funciones que están desarrollando las balsas dentro del conjunto de las infraestructuras hidráulicas, así como las importantes funciones ambientales que se vienen consolidando, ponen de manifiesto la importancia y bondad de estas obras para la sociedad en la que trabajamos. Debido a las numerosas actuaciones y proyectos, tanto actuales como futuros, que incluyen la ejecución de nuevas balsas, y a la vista de su versatilidad funcional y de su alto valor ambiental, sería necesario poner en marcha una mejora y uniformidad, tanto en los procedimientos administrativos para su tramitación, como en los criterios técnicos básicos de diseño; y, después, en el seguimiento durante su explotación.

### 1.7. SESIÓN Pósters

Por primera vez en el Congreso Nacional de Riegos, los autores han expuesto sus trabajos durante la sesión de Pósters, contando con un espacio para presentar su investigación. La sesión de pósters ha contado con trabajos relacionados con las temáticas abordadas en las seis sesiones científico-técnicas, con mayoría relacionados con la sesión B (Agronomía del Riego).

Se ha destacado la importancia de analizar los efectos del agua desalada y su combinación con recursos convencionales sobre un cultivo, en términos agronómicos y económicos, a largo plazo; además se presentó la importancia de contar con sistemas que garanticen la calidad del agua regenerada para su uso agrícola, acorde con el Reglamento (UE) 2020/741.

En términos agronómicos se expusieron investigaciones sobre: los Sistemas de Ayuda a la Decisión basados en sensores de contenido de agua en el suelo en granado, así como el uso de modelos de asesoramiento empleando el balance de agua en el suelo en brócoli, además de sistemas de zonificación basados en índices de vegetación en viñedo; la evaluación del incremento de la superficie mojada en limoneros y nectarinos en el rendimiento y la acumulación de boro; la eficiencia en el uso del agua fue evaluada para el algodón en Uzbekistán, así como los efectos de diferentes dosis de riego en la biomasa del cáñamo.

Los aspectos medioambientales han recogido estudios de la biodiversidad de aves en sistemas de regadío, y la importancia de analizar las comunidades zooplanctónicas presentes en las balsas de riego y la gestión del agua. En cuanto a la Ingeniería del Riego ha destacado el estudio en bancos de ensayo de materiales de filtración, así como el adecuado diseño de sistemas híbridos de suministro energético.

### **1.8. Mejores presentaciones de jóvenes investigadores**

En este 39º Congreso Nacional de Riegos se han otorgado reconocimientos a las mejores presentaciones realizadas por jóvenes investigadores. Con estos reconocimientos se ha querido resaltar la calidad de los trabajos realizados por investigadores pre-doctorales o jóvenes post-doctorales. La selección de los ganadores fue realizada de manera unánime por el Comité Científico-técnico. Los premiados en cada sesión fueron:

**Sesión A:** D. Ignacio Gómez-Lucena, Comunicación A1, con su presentación sobre '*Modelización de Aguas Regeneradas*', UCO, Córdoba

**Sesión B:** D. José Antonio Martínez López, Comunicación B3, con su presentación sobre '*Herramienta de programación de riego controlado*', CREA (Albacete)

**Sesión C:** D.<sup>a</sup> Noemí Santiago, Comunicación C4, con su presentación sobre '*Las buenas prácticas agroambientales en el Alqueva (Portugal)*', EDIA (PT)

**Sesión D:** D.<sup>a</sup> Carmen Flores-Cayuela, Comunicación D1, con su presentación '*TIC's en el riego de precisión*', UCO, Córdoba

**Sesión E:** D. Manuel Morcillo, Comunicación E6, '*Diseño de un Sistema de Riego por Goteo de Precisión*', UCLM, Albacete

**Sesión F:** D. Ignacio Domenech, Comunicación F4, con su presentación sobre '*Riego y retornos a escala de cuenca*', del Instituto de Agricultura Sostenible, CSIC, Córdoba

## 2. Conclusiones relativas a las Conferencias Especiales

Dentro del Congreso se celebraron dos conferencias consideradas especiales: una conferencia previa a las sesiones científico-técnicas y una conferencia enmarcada en la Sesión especial.

### 2.1. Conferencia Magistral: Avances en el riego digitalizado y su implantación en fincas comerciales

La Conferencia Magistral abordó un tema muy actual y con una tendencia al alza en el regadío, como es la digitalización en el riego y como esta se ha incorporado en fincas comerciales. A continuación, se indican las principales cuestiones tratadas y las conclusiones presentadas.

- La optimización del uso del agua en agricultura plantea un problema con múltiples facetas, para cuya resolución se requiere la intervención de todos los agentes implicados: productor, distribuidor, consumidor, agencias ambientalistas, Administración...
- La Agricultura Intensiva Sostenible, que conlleva el Riego de Precisión, y la aplicación de estrategias de riego deficitario, puede ser adecuada para garantizar la seguridad alimentaria, a la par que se asegura un beneficio justo para el agricultor, un uso racional del agua y de la energía, y la mejora de la biodiversidad y de las condiciones socioeconómicas del medio rural. La digitalización del riego a todos los niveles (bases de datos de la administración, sistemas para el control de suministros y consumos, seguimiento del estrés hídrico del cultivo...) es fundamental para garantizar el éxito de la agricultura intensiva sostenible.
- El fomento de la implantación de un riego tecnificado en zonas con recursos hídricos escasos, debe ir acompañado de políticas que eviten un excesivo consumo hídrico en la zona (que regulen, por ejemplo, la superficie máxima en la que esas nuevas tecnologías se pueden aplicar).
- Si se quiere que las nuevas soluciones tecnológicas sean adoptadas por los agricultores, hay que demostrar su viabilidad económica y reducir su complejidad de instalación, mantenimiento y uso.

### 2.2. Conferencia Especial: Drought prediction and preparedness in the Mediterranean based on ENSO observations

La Conferencia Especial abordó un tema tan importante en la actualidad como es la predicción de sequías en climas mediterráneos con el fin de llevar a cabo una serie de medidas que permitan minimizar los efectos de las mismas. Para realizar tales predicciones se proponía el análisis estadístico de las observaciones de *El Niño Oscilación del Sur* (ENSO), y su relación con las precipitaciones, evaluando integralmente el fenómeno para desarrollar una metodología para la predicción de sequías. A continuación, se indican las principales cuestiones tratadas y las conclusiones mostradas:

- El errático comportamiento de las precipitaciones es una característica distintiva del clima mediterráneo: la imprevisibilidad es común en las regiones del sur y el centro de esta zona.

- La frecuencia de las sequías extremas ha aumentado significativamente en Europa desde 1980, y se espera que su gravedad se exacerbe aún más como resultado del cambio climático.
- El sur de Italia se ha enfrentado a graves períodos de sequía en los últimos 50 años, que han afectado enormemente a los sectores agrícola, público e industrial. Por lo tanto, tener la posibilidad de predecir reducciones significativas de las precipitaciones resulta esencial para el riego, la gestión de los recursos hídricos y la planificación del funcionamiento de los embalses. Con este fin se ha llevado a cabo un estudio en la región de Basilicata (Sur de Italia), intentando, por un lado, investigar las posibles relaciones existentes entre *El Niño Oscilación del Sur* (ENSO) y las precipitaciones.
- El estudio se ha realizado considerando datos de precipitación diaria de varias estaciones pluviométricas, cubriendo el período 1951-2021. La precipitación acumulada anual se ha comparado con los valores acumulados del Índice del Niño Oceánico (ONI) y del Índice de Oscilación del Sur (SOI).
- Los resultados, validados mediante análisis estadístico ANOVA, muestran que existe una influencia positiva de la fase cálida de ENOS (El Niño) sobre las precipitaciones, así como de la fase fría (La Niña) sobre la reducción de las precipitaciones.

### 3. Conclusiones relativas a las MESAS REDONDAS

La Sesión Especial abordó el tema de las posibles soluciones al gran reto que afronta actualmente el regadío, que es la gestión del riego en época de sequía, el uso de recursos hídricos alternativos para regadío y la digitalización para la mejora del regadío. Alcanzar soluciones para afrontar este reto resulta especialmente complejo bajo el escenario de una escasez de recursos hídricos cada vez más severa y unas precipitaciones cada vez más estocásticas como consecuencia del cambio climático. Es por ello que se buscan recursos alternativos para satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos, así como fomentar la digitalización para mejorar el regadío. Además, el uso de las soluciones digitales se postula como una solución para mejorar e impulsar el regadío.

Para hablar de ello se celebraron 3 mesas redondas denominadas: “*Gestión y gobernanza del agua en condiciones de sequía*”, “*El impulso de la digitalización en la mejora del regadío*”, y “*Uso de aguas regeneradas en el regadío bajo el reglamento UE 2020/741*”. En estas mesas participaron altos cargos de la Administración Estatal y Autonómica y de Sociedades Estatales, así como investigadores de reconocido prestigio y representantes de los regantes. A continuación, se indican las principales cuestiones tratadas y las conclusiones obtenidas:

- La digitalización del sector de riego representa un nuevo reto que deben afrontar las comunidades de regantes y el sector del riego en general, con vistas a una transición hacia la Agricultura 4.0. Se abren interesantes líneas para la financiación de dichas inversiones como el Proyecto Estratégico para la Recuperación y Transformación Económica (PERTE) de digitalización del ciclo del Agua o los fondos NextGeneration.
- Dicha digitalización permitirá un mejor conocimiento de los usos del agua y un aumento de la transparencia en su gestión, pero también un uso más eficiente de los recursos agua y energía en la agricultura. Existen casos de éxito en Comunidades de Regantes que muestran el enorme potencial de estas tecnologías.

- No obstante, la digitalización no debe quedar únicamente en una captación y almacenamiento de datos, sino que también resulta importante el desarrollo de sistemas de ayuda a la toma de decisiones que permitan sacar el máximo partido a la información generada, en un formato amigable para los usuarios y de fácil interpretación. Así, nuevos conceptos como big data, inteligencia artificial, gemelos digitales o información en la nube, jugarán un papel cada vez más importante en la gestión del agua.
- El reglamento de la UE 2020/741 supone un cambio importante en la forma en la que las aguas regeneradas se están usando actualmente para el riego. La transparencia en la gestión de estas es una prioridad, y con ello se favorece que la sociedad perciba el uso de este tipo de aguas de manera más segura. Además, en el reglamento se insta a fomentar el uso de aguas regeneradas.
- Por otra parte, el análisis integral del agua regenerada a través de la elaboración de un plan de gestión del riesgo en el que se incluyen todos los actores, supone una mejora en la garantía del uso de estas aguas.
- En esa línea, se está elaborando un Decreto nacional, que está a punto de aprobarse, para adaptarse al Reglamento.
- El agua regenerada tiene un potencial de uso, sobre todo en las zonas del litoral. Presenta grandes ventajas como son la garantía de suministro, la incorporación de nutrientes, etc. Por tanto, el uso de aguas regeneradas puede contemplarse dentro de una estrategia de economía circular.
- Sin embargo, se muestra un distanciamiento entre la realidad en su uso, descrita por los usuarios y gestores de Comunidades de Regantes y el marco legal. Los representantes de las Administraciones del Agua expusieron que los Planes especiales de Sequía son la principal herramienta de gestión de la Sequía, habiéndose comprobado su efectividad para proteger al usuario prioritario del Abastecimiento en las sequías de 2006 a 2008 y en la actual de 2019 a 2023, en las que el abastecimiento no ha tenido las fuertes restricciones que si se sufrieron en la sequía del 92 a 95.
- Los representantes de las Administraciones del Agua informaron que los Decretos de sequías aprobados en los últimos años han servido para gestionar mejor la sequía, reforzando el control de los usos del agua, aprobando obras de emergencia fundamentalmente para resolver problemas de suministro urbano, y aprobando medidas paliativas de condonación de Cánones y Tarifas de Utilización de Agua al regadío y de IBIs rústicos, que han ayudado al sector agrario a superar su difícil situación económica como consecuencia de las fuertes restricciones sufridas.
- Los representantes del regadío han reconocido la importancia de los Planes de Sequía para mejorar la gobernanza de estas situaciones de sequía, pero han echado en falta la apuesta de las administraciones públicas por la ejecución de obras hidráulicas de regulación (presas y balsas), de recursos no convencionales (desaladas y regeneradas) y de trasvases y conexiones, con fines de mejorar la garantía de agua para el conjunto de usuarios para futuras sequías.
- Se demanda por los usuarios de riego una mayor agilidad en la resolución de los tramites concesionales de agua, que apuntan que se eternizan en el tiempo, así como una mayor flexibilidad y celeridad de la tramitación ambiental de los proyectos de obras hidráulicas,

especialmente en la mejora de regadíos, que no supone cambio alguno en el uso del territorio, sino una mejora en la gestión eficiente del agua.

- Los representantes de usuarios, bien de Comunidades de Regantes, o de Asociaciones de éstas, trasladan la difícil situación económica en que se encuentran, dado el incremento de los precios de los insumos, la poca producción tras tres años secos y el tener que competir en mercados globales con distintas reglas y normativas de producción, irrogando todo ello que el gasto corriente de las comunidades se debe reducir al mínimo imprescindible para poder regar en cada temporada.
- Se resalta, por parte de los representantes de la Administración y de los Usuarios, el buen papel que pueden jugar los contratos de cesión de derechos en circunstancias de sequía para optimizar la gestión del recurso, poniendo como ejemplo muy positivo las operaciones de cesión de derechos autorizadas por la CHG entre los regantes arroceros y los regantes de la cuenca del Guadalquivir y del Valle de Almanzora, en la última campaña de riego.
- Se comparte, por los representantes de la Administración y de los Usuarios, la importancia, para una buena y eficiente gobernanza del agua en condiciones de sequía, de la participación activa de los usuarios como gestores y administradores del recurso hídrico en sus respectivas competencias (abastecimiento, regadío, hidroeléctrico e industria), administrando redes e infraestructuras hidráulicas que debe ser gestionadas de forma coordinada para una mejor optimización del recurso.

#### 4. Conclusiones relativas al FORO EMPRESARIAL DE INNOVACION

Durante la XXXIX edición del Congreso Nacional de Riegos se ha organizado, por segunda vez, el denominado Foro Empresarial de Innovación, siguiendo la dinámica lanzada en el anterior congreso celebrado en Cartagena en 2021. El fin de este foro es dar visibilidad y presentar las soluciones innovadoras que las empresas están desarrollando en materia de regadío.

En total se han presentado un total de trece trabajos de diversa naturaleza, contemplando aspectos temáticos que abarcan, desde el aseguramiento de las instalaciones de riego y/o energía, hasta equipamientos de medida de caudal y calidad de las aguas, tuberías (materiales, geolocalización, etc.), materiales de impermeabilización, sistemas de adquisición y análisis de datos, el agua regenerada en el regadío, así como el desarrollo de soluciones tecnológicas que buscan mejorar la disponibilidad de los recursos, para mejorar la eficiencia en el uso y la circularidad del agua en el regadío español.

Todas las soluciones innovadoras expuestas durante el Foro estaban directamente ligadas al [Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia](#) de la economía española (PERTE), en dos de sus inversiones:

- Inversión C3.I1 '[Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadío](#)', gestionado por la Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, que cuenta con una dotación de 563 M€.
- Inversión C5.I3 '[Transición digital en el sector del agua](#)', relacionado con la convocatoria de '[Elaboración de proyectos de digitalización de comunidades de usuarios de agua para](#)

regadío’, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PERTE), aprobada por el Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico, que cuenta con una dotación de 100 M€.

La calidad de las soluciones técnicas de los productos y/o servicios presentados durante el foro empresarial, aseguran el soporte a las necesidades del sector en lo referente a las actuaciones de modernización de regadíos declaradas de interés general, y la digitalización de las comunidades de usuarios. Las soluciones presentadas se pueden resumir en:

- Soluciones tecnológicas para la digitalización del regadío, proveyendo soluciones integrales, desde la sensorización e instrumentación, hasta los servicios de datos y comunicaciones. Estas soluciones incluyen innovaciones tecnológicas en el ámbito de la cuantificación de caudales con y sin contacto con el medio, y de la monitorización de la calidad del agua; con soluciones especialmente pensadas para la medida en continuo de Nitratos con precisión de laboratorio, en un equipo de campo con mínimos requerimientos de mantenimiento.
- Aplicaciones que permiten geolocalizar los productos que forman parte de las redes de canalización en las que se instalan sus tuberías y accesorios de PVC Orientado que permiten mejorar la eficiencia en la gestión, reducción de costes de explotación, acceso fácil a la información de la red, acceso directo a los fabricantes y proveedores.
- Soluciones para el monitoreo de los retornos de regadío, compactas, modulares y optimizada para reducir los costes operación, con la posibilidad de conectarlas a los sistemas existentes (SCADA, GIS, etc..) e incluir plataformas web que permiten la visualización de datos, el tratamiento de estos datos (validación, analítica) y un operador virtual como ayuda a la interpretación de los datos y la generación de informes basados en IA.
- Las tuberías de fundición dúctil son una solución sostenible y segura para lograr un regadío eficiente. Al seleccionar en un proyecto una tubería de fundición dúctil se tiene la tranquilidad de escoger un material ampliamente empleado en el sector del agua en España, con unas ventajas insuperables.
- El apoyo e impulso al desarrollo de innovaciones tecnológicas ayudando a las startups y emprendedores a afrontar con éxito el gran reto de garantizar la disponibilidad de agua en cantidad y calidad de cara un futuro mucho más sostenible. Desde el año 2021 se han lanzado tres convocatorias de proyectos, apoyando a más de 160 empresas, 62 de las cuales han seguido programas de incubación y aceleración. Entre las soluciones tecnológicas desarrolladas se pueden encontrar soluciones para mejorar la disponibilidad de los recursos, para mejorar la eficiencia en el uso y para mejorar la circularidad del agua.
- Los sistemas de energía solar flotante en las balsas de riego son compatibles con cualquier geometría de vaso de la balsa, adaptables a las variaciones de nivel de agua gracias a la posibilidad de reposar en el fondo y en los taludes de la balsa. Los anclajes y amarres se realizan en el pasillo de coronación sin interferencia alguna. Según el autor, gracias al diseño del flotador con las aristas redondeadas, el sistema no daña la lámina si llega a reposar sobre esta.
- La impermeabilización de balsas también puede, y debe, explorar nuevas formas de reducir su huella de carbono mediante productos con una vida útil superior que contribuyen a minimizar las emisiones asociadas. La recogida y valorización de mermas de lámina, aun

siendo un pequeño gesto, tiene un impacto equivalente al de casi 200 árboles absorbiendo CO<sub>2</sub> durante un año.

En resumen, con este foro quedó patente la calidad y el rigor con que las empresas abordan su innovación, lo que denota la inquietud de una mejora continua por solucionar los problemas de su sector. El mercado resulta cada vez más competitivo y exigente, lo que ha hecho que empresas y organizaciones apuesten por sus departamentos de I+D para avanzar y ofrecer productos más optimizados y que resuelvan los problemas de una manera eficiente, y enfocados siempre en el cliente final.



Congresistas en el patio interior del Hospital de Santiago en Úbeda (Jaén)

Más información en <https://aeryd.es/39-congreso-nacional-de-riegos-ubeda-2023/>

Edita: Asociación Española de Riegos y Drenajes AERYDC/ General Arrando, 38. 28010 Madrid  
Tel: 915332253 Email: [aeryd@aeryd.es](mailto:aeryd@aeryd.es) Web: [www.aeryd.es](http://www.aeryd.es)