

[SIRVEN PARA COMPROBAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN Y DETERMINAR SI LAS PLANTAS DE UN CULTIVO RECIBEN LA MISMA DOSIS DE AGUA]

Evaluaciones de riego localizado en una comunidad de regantes

Juan Manuel Bohórquez Caro
Natividad Ruiz Baena
Pedro Gavilán Zafra

IFAPA Centro "Alameda del Obispo", Córdoba
Consejería de Agricultura y Pesca,
Junta de Andalucía

Una adecuada uniformidad de distribución en el riego localizado es un factor clave para conseguir un correcto reparto del agua y, en su caso, de los fertilizantes y de los productos fitosanitarios que se apliquen con ella. La evaluación de un sistema de riego localizado sirve, entre otros objetivos, para determinar esa uniformidad de distribución del agua. Para realizar evaluaciones de riego localizado, el SAR del IFAPA utiliza el procedimiento de referencia que se repasa en el presente artículo. Se incluye también un caso práctico realizado en una Comunidad de Regantes.

Las obras de modernización de zonas regables en toda España, que suponen un cambio del sistema de riego por superficie al de riego a presión, están produciendo un importante incremento de superficie cultivada con riego localizado y fertirrigación. En una situación de recursos hídricos limitados, los nuevos usuarios de este sistema de riego necesitan toda la información posible para conseguir un manejo eficiente del riego. Una adecuada uniformidad de distribución del agua en el riego localizado es un factor clave para conseguir una alta eficiencia en la aplicación del agua, así como de los fertilizantes y los productos fitosanitarios que puedan disolverse en ella.

En Andalucía, el Sistema de Asistencia al Regante (SAR), adscrito al IFAPA, ofrece su asesoramiento para llevar a cabo una serie de actividades, entre las que se incluyen campañas de evaluaciones de sistemas de riego localizado. En este artículo se da conocimiento del procedimiento para realizar evaluaciones de rie-

go localizado y también se presentan los datos correspondientes a un caso práctico realizado por el SAR en la Comunidad de Regantes del Canal de la Margen Derecha del Río Bembézar (en adelante, CRMDB).

Evaluación de un sistema de riego localizado

La evaluación de un sistema de riego localizado es el procedimiento que sirve para comprobar el correcto funcionamiento de la instalación de riego, determinar si todas las plantas de una parcela reciben la misma dosis de agua y, en su caso, calcular las diferencias existentes para poder dar solución a estos problemas. La evaluación se concreta en los siguientes puntos:

- Comprobar para los diferentes componentes de la instalación de riego su estado de conservación, así como el mantenimiento y el manejo llevado a cabo por el usuario.
- Determinar la uniformidad de distribución del agua de riego.



Foto 1. Técnicos durante el trabajo de campo para las evaluaciones de riego realizadas en la Comunidad de Regantes de la Margen Derecha del Río Bembézar.

- Detectar los problemas de funcionamiento de la instalación.
- Analizar los criterios seguidos por el usuario para decidir la cantidad de agua a aplicar.
- Plantear soluciones sencillas y económicas a las deficiencias encontradas en el riego.

Se trata de una actividad que hay que realizar periódicamente en cada campaña de riegos. Sin embargo, podemos destacar tres momentos en los que es muy importante realizar una evaluación del sistema de riego:

- Recién finalizada la instalación de riego.
- Al principio de cada campaña de riego.
- Cuando se detecte algún problema en la instalación.

Datos de la Comunidad de Regantes del Canal de la Margen Derecha del Río Bembézar

La CRMDB fue constituida en el año 1967. En la actualidad abarca una superficie de 11.950 ha y se extiende a lo largo de la margen derecha del río Guadalquivir, en los Términos Municipales de Hornachuelos y Palma del Río (Córdoba), y Peñaflor y Lora del Río (Sevilla). El número de comuneros es de 1.250.

El sistema de riego por superficie se utilizó desde la constitución de la CRMDB y hasta el final de la campaña de riego del año 2006. A partir de esa fecha entró en funcionamiento la obra de riego tras la modernización de esta comunidad de regantes, que ha supuesto la sustitución del sistema de riego por superficie a sistema de riego a presión.

Los suelos en esta zona regable presentan una gran variación en cuanto a su textura. Así, encontramos suelos fuertemente arcillosos en las cotas altas de los sectores de riego, y suelos limo-arenosos en las vegas de los ríos, especialmente en la del Guadalquivir.

El clima en la zona es de tipo subhúmedo. Las precipitaciones son muy variables, siendo la media anual del orden de 640 mm, con

Se pueden destacar tres momentos en los que es muy importante realizar una evaluación del sistema de riego: recién finalizada la instalación de riego, al principio de cada campaña de riego y cuando se detecte algún problema en la instalación

máximas mensuales en otoño e invierno y con precipitaciones prácticamente nulas en verano.

El agua para el riego procede de los siguientes embalses (entre paréntesis se indica su capacidad): Bembézar (347 hm³), El Retortillo (73 hm³) y José Torán (101 hm³). El análisis químico ha determinado para esta agua las siguientes características:

- Muy buena calidad debido a su baja salinidad. Es apta para el riego en todos los casos.
- Bajo contenido relativo de sodio (Na). No existe problema de alcalinización del suelo.
- Dureza inferior a 14^o Franceses por lo que se clasifica como agua blanda.

Material y métodos

La caracterización previa de la CRMDB ha proporcionado la información necesaria para poder elegir los cultivos y las fincas/parcelas a evaluar, intentado siempre conseguir la mayor representatividad posible. En el planteamiento de este trabajo se ha decidido evaluar ins-

talaciones de riego del cultivo herbáceo con mayor superficie total cultivada, y lo mismo para el cultivo leñoso. Teniendo en cuenta la distribución de cultivos en la CRMDB, se ha elegido el cultivo de maíz y el cultivo de naranjo. Además, se ha considerado interesante evaluar la influencia de la pendiente del terreno, por lo que para ambos cultivos se han evaluado riegos en parcelas con o sin pendiente.

En la **Tabla 1** se muestran datos referentes a las parcelas cuyos sistemas de riego han sido evaluados en este estudio.

Para llevar a cabo este trabajo se ha seguido el PROTOCOLO PARA REALIZAR EVALUACIONES DE RIEGO LOCALIZADO, en el que se describe: el procedimiento para realizar la evaluación, el material necesario, la toma de datos en campo y el cálculo de los resultados. Este protocolo se puede conseguir de manera gratuita en la Página Web del SAR (www.junta-deandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/sar), mediante descarga en la Biblioteca Virtual (dentro de la sección de Información Técnica y Divulgación), e incluye un formulario para anotar la información recogida en campo y una aplicación informática (Hoja de Excel) para calcular los resultados.

En el trabajo de campo incluido en esta campaña de evaluaciones han intervenido Técnicos del SAR y de la CRMDB (**Foto 1**), y en él se ha utilizado el siguiente material:

- Formulario para la realización de evaluaciones de riego localizado.
- Vasos de plástico para la recogida del agua de los emisores.

Tabla 1: Datos para identificar las evaluaciones de riego localizado realizadas en la Comunidad de Regantes del Canal de la Margen Derecha del Bembézar.

CÓDIGO*	MUNICIPIO	CULTIVO	PENDIENTE MEDIA DEL TERRENO (%)
Evaluación 1	Lora del Río	Maíz	0
Evaluación 2	Lora del Río	Maíz	1,5
Evaluación 3	Lora del Río	Maíz	0
Evaluación 4	Lora del Río	Maíz	2,5
Evaluación 5	Hornachuelos	Naranjo	0
Evaluación 6	Hornachuelos	Naranjo	5
Evaluación 7	Lora del Río	Naranjo	0
Evaluación 8	Lora del Río	Naranjo	6
Evaluación 9	Peñaflor	Naranjo	0
Evaluación 10	Lora del Río	Naranjo	11

*Código para la identificación de las evaluaciones en el texto y en las tablas del presente artículo.

- Manómetro de aguja en baño de glicerina.
- Sacabocados y tapones (para medida de presiones).
- Cronómetro.
- Cinta métrica.
- Probeta graduada en unidades de 1 cm^3

Para analizar los resultados obtenidos tras una evaluación de riego, son de gran utilidad una serie de índices que nos ayudan a describir el comportamiento del riego, mostrando si se han producido pérdidas de agua o si la cantidad de agua aplicada ha sido similar en los diferentes puntos de la parcela. En este trabajo se ha utilizado como índice de referencia la UNIFORMIDAD DE DISTRIBUCIÓN, que se caracteriza por los siguientes aspectos:

- Muestra el grado de semejanza de la cantidad de agua que se aplica a cada punto de la parcela de riego.
- Depende de las presiones de los emisores, de los caudales que éstos aporten y de si se observan diferencias por subunidades o unidades de riego.
- En ningún caso puede ser inferior al 75%.

Para evaluar esta uniformidad se utilizan dos coeficientes: el Coefi-

ciente de Uniformidad de Caudales (CUC) y el Coeficiente de Uniformidad debido a Presiones (CUP). El CUP no es necesario para el cálculo de la uniformidad de la instalación como tal, aunque es conveniente conocerlo para detectar posibles diferencias de presión a lo largo de la red.

Para calcular el CUC se han elegido 16 emisores distribuidos uniformemente en la subunidad de riego representativa dentro del conjunto de

la instalación (**Figura 1**). Para ello, se han elegido los laterales más cercano y más lejano de la toma de la tubería terciaria y los dos intermedios. En cada lateral, se han seleccionado cuatro emisores siguiendo el mismo criterio, es decir, el más cercano y el más lejano de la toma del lateral y los dos intermedios.

Con ayuda de una probeta, se ha medido el volumen de agua suministrado en un vaso de plástico por los emisores seleccionados (**Foto 2**). Para ello se ha considerado un tiempo determinado, igual para todos ellos, y que en el presente trabajo ha sido de 2 minutos. En la **Tabla 2** se muestran los criterios para calificar una instalación de riego, en cuanto a uniformidad de distribución, en función del valor del coeficiente de uniformidad obtenido en la evaluación.

Tabla 2:

Calificación de la uniformidad de una instalación de riego localizado, según el valor del coeficiente de uniformidad obtenido en su evaluación.

VALOR DEL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	CALIFICACIÓN
Mayor de 94%	Excelente
86-94%	Buena
80-86%	Aceptable
70-80%	Pobre
Menor de 70%	Inaceptable

Fuente: Fernández et al. (1999).

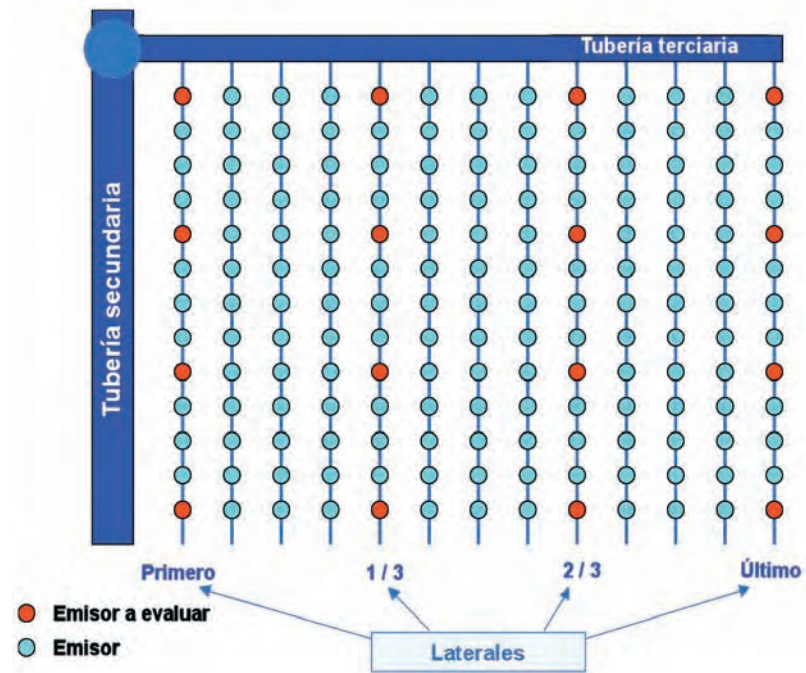


Figura 1. Laterales y emisores que se deben seleccionar para evaluar una subunidad de riego localizado.



Foto 2. Medida del caudal suministrado por un emisor para una evaluación de riego localizado.

Tabla 3:

Resultados obtenidos en las cuatro evaluaciones de riego localizado realizadas en parcelas de maíz, dentro de la Comunidad de Regantes de la Margen Derecha del Río Bembézar.

CÓDIGO	PENDIENTE MEDIA DEL TERRENO (%)	EMISOR (TIPO Y COLOCACIÓN)	CAUDAL NOMINAL (l/h)	CAUDAL MEDIO (l/h)	CUC* (%)	CUP** (%)
Evaluación 1	0	Laberinto integrado	2,10	2,10	91,1	89,9
Evaluación 2	1,5	Autocompensante integrado	2,20	2,20	93,9	98,7
Evaluación 3	0	Laberinto integrado	2,20	2,28	90,3	98,8
Evaluación 4	2,5	Laberinto integrado	2,20	2,20	86,1	85,3

*CUC: Coeficiente de uniformidad de caudales. **CUP: Coeficiente de uniformidad debido a presiones.

Resultados

Evaluaciones de riego en cultivo de maíz

En la **Tabla 3** se resumen los resultados obtenidos para las cuatro evaluaciones de riego localizado por goteo, realizadas en parcelas con cultivo de maíz. En las cuatro evaluaciones, independientemente de la pendiente media del terreno y del tipo de emisor de riego utilizado (laberinto o autocompensante), el valor medio de los caudales medidos en los goteros no presenta diferencias con respecto a su caudal nominal correspondiente. La marca comercial de los emisores instalados es la misma en las evaluaciones 3 y 4, siendo distinta de las

otras dos marcas encontradas en las evaluaciones 1 y 2.

La uniformidad de distribución se puede calificar como Buena en todas las evaluaciones, ya que todos los cuatro valores del CUC se sitúan en el intervalo entre el 86% y el 94%. En la evaluación 4, con pendiente del 2,5% en el terreno y emisor de riego tipo laberinto, se ha encontrado el valor más bajo del CUC (86,1%), en el límite inferior del mencionado intervalo para calificar como Buena la uniformidad de la instalación.

La evaluación 4, que corresponde a una parcela con pendiente (2,5%) y con emisor tipo laberinto, es la que presenta los valores más bajos para el CUC (86,1%) y para el CUP (85,3%). La instalación de riego en

esta parcela tenía, en la fecha de evaluación, una antigüedad de 8 años.

Evaluaciones de riego en cultivo de naranjo

Para las seis evaluaciones de riego localizado por goteo realizadas en plantaciones de naranjo, se presentan los resultados en la **Tabla 4**. En estas seis evaluaciones, el caudal medio de los goteros medido en campo ha variado, en mayor o menor medida, respecto al caudal nominal correspondiente.

La mayor desviación ha resultado en la evaluación 5 (parcela sin pendiente y emisor tipo laberinto) con un caudal medio de 1,66 l/h respecto



PETKUS España, s.l.

Avda. de Cuba 6 - ES34003 - Palencia (Spain)
Tlf: + 34 979728440 - Fax: + 34 979728439
e-mail: velez@petkus.com



- Semillas y granos...

Secado

Limpieza

Tratamiento

Almacenamiento

- Fábricas de piensos...

Dosificación

Molienda

Mezclado

Granulación

- Biocarburantes...

Preparación semilla

Extracción de aceite

www.petkus.net

Planta de selección semillas

Planta de secado de girasol

Fábrica de piensos

Planta de biodiesel



Tabla 4:

Resultados obtenidos en las seis evaluaciones de riego localizado realizadas en plantaciones de naranjo, dentro de la Comunidad de Regantes de la Margen Derecha del Río Bembézar.

CÓDIGO	PENDIENTE MEDIA DEL TERRENO (%)	EMISOR (TIPO Y COLOCACIÓN)	CAUDAL NOMINAL (l/h)	CAUDAL MEDIO (l/h)	CUC* (%)	CUP** (%)
Evaluación 5	0	Laberinto integrado	2,20	1,66	76,4	78,80
Evaluación 6	5	Laberinto integrado	2,20	1,79	80,4	91,6
Evaluación 7	0	Autocompensante integrado	1,60	1,90	90,9	98,8
Evaluación 8	6	Autocompensante integrado	2,30	2,62	94,1	98,4
Evaluación 9	0	Autocompensante integrado	2,30	2,61	93,5	95,2
Evaluación 10	11	Autocompensante pinchado	4,00	4,20	93,5	88,1

*CUC: Coeficiente de uniformidad de caudales. **CUP: Coeficiente de uniformidad debido a presiones.

a un caudal nominal de 2,20 l/h. En esta evaluación 5 se ha encontrado además el valor más bajo del CUC (76,4%), que califica como Pobre la uniformidad de distribución en esta instalación.

En la evaluación 6 (terreno con pendiente del 5% y emisor tipo laberinto), el caudal nominal es 2,20 l/h, mientras que el caudal medido en campo es 1,79 l/h. Aquí se ha observado un valor bajo del CUC (80,4%), rozando el límite inferior del intervalo de calificación como Aceptable.

En las evaluaciones 7 (terreno sin pendiente), 8 (terreno con pendiente del 6%) y 9 (terreno sin pendiente), todas ellas realizadas en parcelas con emisor tipo autocompensante, también se han encontrado diferencias entre el caudal medido en campo y su correspondiente caudal nominal, aunque menos acusadas que en las Evaluaciones 5 y 6. Sin embargo, los valores del CUC califican como Buena la uniformidad para estas tres evaluaciones.

Finalmente, para la evaluación 10, realizada en una parcela con pendiente del 11% y que disponía de emisor tipo autocompensante y pinchado (esto último, a diferencia de todos los demás emisores evaluados en naranjo, que eran integrados), el caudal medido en campo ha resultado ser de 4,20 l/h, frente a un caudal nominal de 4 l/h. La calificación de la uniformidad en esta evaluación fue Buena, según el valor del CUC.

[Conclusiones

Una adecuada uniformidad de distribución en el riego conlleva un correcto reparto del agua de riego, de

El correcto mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, y el manejo de la instalación de riego son también factores claves para conseguir la mayor uniformidad posible en la distribución del riego

los fertilizantes y de los productos fitosanitarios que se apliquen con ella, lo que influirá en el desarrollo del cultivo y, por tanto, en la producción.

En este trabajo, en las evaluaciones realizadas en cultivo de maíz, las peores condiciones para conseguir esa deseada uniformidad de distribución del agua se han encontrado en el contexto de una parcela con pendiente en el terreno y donde se disponía de emisores tipo laberinto (no autocompensante). A esto se une la antigüedad de los laterales (ramales portagotos) y de los propios goteros, que en este caso era de 8 años. Los resultados han sido mejores en las otras evaluaciones, cuando no ha existido pendiente en el terreno y, aún más, cuando se ha podido disponer de goteros autocompensantes.

Para las plantaciones de naranjo evaluadas, el uso de goteros autocompensantes ha determinado también unos mejores resultados en la uniformidad de distribución del riego, no habiéndose observado, con el uso de este tipo de emisores, influencia de la pendiente del terreno.

En cualquier caso, no se debe olvidar que el grado de uniformidad de un riego no depende únicamente de utilizar o no emisores autocompen-

santes. El correcto mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, y el manejo de la instalación de riego son también factores claves para conseguir la mayor uniformidad posible en la distribución del riego.

[Agradecimientos

Los autores desean agradecer la colaboración prestada por la Comunidad de Regantes del Canal de la Margen Derecha del Río Bembézar para la realización de este trabajo.

[Bibliografía

Fernández, R., Yruela, M. C., Milla, M., García, J., Ávila, R., Gavilán, P. y Oyonarte, N., 1999. Manual de Riego para Agricultores. Módulo 4: Riego localizado. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

Moya Talens, J. A. 2002. Chequeo a una instalación. En: Riego localizado y fertirrigación. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Pastor, M. 2005. Evaluación de una instalación de riego localizado. En: Cultivo del olivo con riego localizado. Ed. Mundi-Prensa y Junta de Andalucía.

Protocolo para realizar evaluaciones de riego localizado. Sección de Información Técnica y Divulgación (Biblioteca Virtual: Documentos Técnicos de Interés). Página Web del Sistema de Asistencia al Regante en Andalucía, IFAPA, Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía (www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/sar).

Más Información:

(www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/sar) •