

## Programación de un riego de precisión mediante el uso de las TICs.

### Aplicación en el cultivo de la fresa

### A Precision irrigation scheduling using the information a communication technologies. Case of strawberry crop

Fernández García, I.<sup>1</sup>, González Perea, R.<sup>1</sup>, Martín Arroyo, M.<sup>1</sup>, Rodríguez Díaz J.A.<sup>1</sup>, Camacho Poyato, E.<sup>1</sup>, Montesinos, P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Agronomía. Universidad de Córdoba. Campus Rabanales, Edif. Da Vinci, 14071. Córdoba. E-mail: [q52fegai@uco.es](mailto:q52fegai@uco.es), [q72goper@uco.es](mailto:q72goper@uco.es), [info@manuelmartinarroyo.com](mailto:info@manuelmartinarroyo.com), [jarodriguez@uco.es](mailto:jarodriguez@uco.es), [ecamacho@uco.es](mailto:ecamacho@uco.es), [pmontesinos@uco.es](mailto:pmontesinos@uco.es)

#### Resumen

Bajo un escenario de menor disponibilidad de agua, aumento de la frecuencia de las sequías y las incertidumbres asociadas al cambio climático, el sector del riego en Europa tiene que aumentar la productividad del agua mediante una mejora de la eficiencia en el uso de la misma. El Parque Nacional de Doñana (suroeste de España) tiene la mayor concentración de productores de fresa en Europa. Las producciones anuales, cerca de 300.000 t, se dedican principalmente a los mercados internacionales (más del 90 %). Debido a las altas necesidades hídricas del cultivo de la fresa y la alta sensibilidad medioambiental de los consumidores en los países de destino, el uso eficiente del agua es fundamental para el sector fresero. El software desarrollado proporciona al sector del cultivo de la fresa una herramienta fácil y rápida para obtener una programación de riego óptima y actualizada por semanas y personalizada por cada usuario. Este software, actualmente, está siendo usado satisfactoriamente por diversos productores de la zona, obteniendo ahorros significativos de agua, ayudando a concienciar al sector fresero de la importancia de conocer y optimizar sus consumos de agua.

Palabras Clave: Riego de precisión, software, aplicación móvil, producción de fresa.

#### Abstract

Under a scenario of reduced water availability, increasing drought frequency, and uncertainties associated with a changing climate, the European irrigation sector needs to do more with less, increasing water productivity by improving water use efficiency. The Doñana area in Southwestern Spain has the largest concentration of strawberry producers in Europe. The annual yield, close to 300,000 t, is mainly devoted to the international markets (more than 90%). Due to the high water demand of strawberries and to the environmental concern of the destination countries, the maximization of water use efficiency is critical for the strawberry sector. The developed software provides farmers a useful tool to facilitate the irrigation scheduling. The software gives farmers daily/weekly information about the irrigation times. The application has been implemented in several commercial farms, achieving significant water savings and highlighting the importance of the water use optimization in the strawberry sector.

Keywords: precision irrigation, software, Smartphone app, Strawberry production.

## **INTRODUCCIÓN**

La escasez de agua y la creciente preocupación sobre el impacto que el uso excesivo de esta agua puede ocasionar en el medio ambiente hace que la agricultura de regadío se encuentre amenazada (Fereres et al., 2011). En un escenario de menor disponibilidad de agua, aumento de la frecuencia de las sequías y las incertidumbres asociadas al cambio climático, el sector del riego en Europa tiene que aumentar la productividad del agua mediante una mejora de la eficiencia en el uso de la misma (Hunt, 2004; Rodríguez Díaz et al., 2007). La producción de fresas es un buen ejemplo de cultivo intensivo de regadío que está muy demandado por los mercados europeos tanto para consumo en fresco como para industria. La mayor concentración de la producción de fresas en Europa y la segunda en el mundo se encuentra en Huelva (Suroeste de España). Más del 90% de la producción es destinada a mercados internacionales que demandan fresas de alta calidad, producidas en condiciones sostenibles. El 73% de la producción total de fresa en Huelva se encuentra en las inmediaciones del Parque Nacional de Doñana, área con una alta sensibilidad medioambiental (Fundación Doñana 21, 2006). Esto, unido a la alta dependencia que este cultivo tiene de los recursos hídricos, hace que exista una gran preocupación por la sostenibilidad ambiental de la producción del cultivo en la zona. Por tanto, un uso óptimo de este recurso resulta fundamental para asegurar la supervivencia del cultivo de fresa en la zona de Huelva.

El objetivo de este trabajo es desarrollar un software que haciendo uso de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) permita a los agricultores de la zona realizar una programación de riego particularizada que maximice la eficiencia en el uso de los recursos hídricos.

## **METODOLOGÍA**

### **Programación del riego**

Para realizar una óptima programación de riego en el cultivo de la fresa son muchos los factores que deben ser considerados, debido a sus condiciones particulares de producción. Necesidades teóricas del cultivo, tipos de suelo, producción bajo plástico, alta variabilidad de configuración de sectores, etc. son algunos de estos factores que influyen en el cálculo del tiempo total de riego. Para el cálculo de las necesidades teóricas del cultivo ( $ET_c$ ) Allen et al. (2006) se ha considerado el coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) que varía a lo largo del ciclo de producción y cuyos valores se obtuvieron de trabajos previos en la zona; la evapotranspiración de referencia bajo plástico ( $ET_{0 bp}$ ) se obtiene a través del promedio de una serie histórica de los últimos 10 años de las estaciones agroclimáticas más cercanas a la zona y corregidos posteriormente con la transmisividad de un plástico tipo utilizado en la zona.

Por otro lado, la configuración del sector de riego (tipo de emisor, número de macrotúneles, dimensiones de los mismos, etc.) tiene una gran influencia sobre la eficiencia en la aplicación del agua de riego (rendimiento de aplicación,  $R_a$ ) que es una relación entre la lámina bruta aplicada y la lámina neta. Mediante el software de simulación hidráulica *EPANET* (Rossman, 2002) se obtuvo una relación entre  $R_a$ , la superficie del sector de riego y el caudal del emisor utilizado. Así, para cada tamaño de sector de riego y en función del caudal del emisor se obtiene su  $R_a$  (García Morillo et al., 2015).

## **Software**

El software desarrollado (Irri-Fresa) consta de dos módulos, ambos desarrollados con el lenguaje de programación multiplataforma JAVA.

El primer módulo es un software para PC en el cuál el usuario tendrá que caracterizar (ubicación de la finca, fecha de plantación, fecha de cubrición con plástico, número de macrotúneles, número de lomos y dimensiones de los macrotúneles, caudal del emisor y número de electroválvulas) para todos y cada uno de sus sectores de riego de una o más fincas. Posteriormente, el usuario podrá elegir entre diferentes opciones de programación con distintos intervalos temporales. La salida de este módulo es una programación del riego (en minutos por día) para toda la campaña basándose en el promedio de los datos climáticos de una serie histórica de los 10 últimos años. Esta programación de riego es almacenada en una base de datos creada mediante el lenguaje de programación MySQL y colocada en una nube virtual.

El segundo módulo se basa en una aplicación móvil (APP) en forma de widget. Dicha aplicación está conectada a tiempo real con las estaciones agroclimáticas más cercanas a la zona con el objetivo de corregir con los datos climáticos en tiempo real, la programación de riego previamente realizada. Así, con esta APP el agricultor dispondrá para cada semana de la programación de riego de cada una de sus fincas.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El software desarrollado para PC consta de 12 ventanas. Las dos primeras ventanas se corresponden con la ventana de bienvenida al programa y de identificación del usuario. Las tres siguientes pantallas están destinadas a la configuración de una finca y un sector (nombre de la finca, ubicación, nombre del sector, configuración del sector etc.). En la pantalla número 6 se establece la fecha estimada de inicio de riego con cinta y la fecha estimada de cubrición de los macrotúneles con plástico. A continuación, el usuario podrá elegir entre 4 tipos de programaciones distintas, desde la más personalizada donde el usuario establece los intervalos de tiempo por meses y los días de la semana que desea regar en cada uno de esos intervalos (*Personalizado*), hasta una programación recomendada (*Recomendado*), donde el usuario únicamente decidirá los días de la semana que desea regar en los intervalos automáticamente establecidos. La última ventana (número 12) permite descargar la programación realizada tanto en formato PDF como en formato *xls* o *xlsx* (Excel). Durante la campaña 2014/2015, el software desarrollado estuvo en versión beta y fue evaluado por diferentes agricultores de la zona.

En la figura 1 se muestra el *widget* correspondiente a la APP de Irri-Fresa. En ella se puede ver la programación de la semana actual corregida en tiempo real con los datos climáticos de la zona donde se sitúa cada sector. Debido a que al final de campaña la cubierta de los macrotúneles donde se produce la fresa es retirada pero se sigue regando con la cinta de riego, el *widget* cuenta también con la opción de retirar o poner dicho plástico de los macrotúneles modificando así los tiempos de riego. Cuando el tiempo de riego excede un determinado valor, se recomienda al agricultor dividir ese tiempo de riego en más de un pulso, para evitar pérdidas en percolación profunda. El *widget* cuenta también con una lista desplegable para poder ver la programación que el agricultor ha realizado en los distintos sectores y fincas.

## **CONCLUSIONES**

Irri-Fresa proporciona al sector del cultivo de la fresa una herramienta fácil y rápida para obtener una programación de riego óptima y actualizada por semanas y personalizada por cada usuario. Esta aplicación, actualmente, está siendo usada satisfactoriamente por diversos productores de la zona, obteniendo ahorros significativos de agua, ayudando a concienciar al sector fresero de la importancia de conocer y optimizar sus consumos de agua.

## BIBLIOGRAFÍA

- Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes D.; Smith, M. 2006. "Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos". Estudio FAO Riego y drenaje 56.
- Fereres, E., Orgaz, F., Gonzalez-Dugo, V., 2011. Reflections on food security under water scarcity. J. Exp. Bot. 62, 4079–4086.
- Fundación Doñana 21, 2006. Manual de Buenas Prácticas Agrarias Sostenibles.In: De la Agricultura al desarrollo Rural Sostenible, Available at <http://www.donana.es/wp-content/uploads/2013/01/Manual-Buenas-practicas-agrarias-sostenibles.pdf>.
- García Morillo, J., Martín, M., Camacho, E., Rodríguez Díaz, J. A., & Montesinos, P. 2015. Toward precision irrigation for intensive strawberry cultivation. Agricultural Water Management, 151, 43-51.
- Hunt, C.E., 2004. Thirsty Planet e Strategies for Sustainable Water Management.Zed Books, New York.
- Rodríguez Díaz, J.A., Weatherhead, E.K., Knox, J.W., Camacho, E., 2007. Climatechange impacts on irrigation water requirements in the Guadalquivir river basin in Spain. Reg. Environ. Change 7, 149–159.
- Rossman, L.A. (2000). "EPANET: User Manual. Risk Reduction Engineering Laboratory Office of Research and Development". United States Environmental Protection Agency. Cincinnati, OH.



Fig. 1. APP de Irri-Fresa.