

# **Sensorización y riego inteligente de BrioAgro, para la mejora en la eficiencia del uso del agua en un cultivo de sandía**

J.M. Aguilar<sup>1</sup>, C. Baixauli<sup>1</sup>, A. Giner<sup>1</sup>, J.L. Bustos<sup>2</sup> y E. Bohm<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Experiencias Cajamar. Camino del Cementerio nuevo s/n. 46200 Paiporta (Valencia)

<sup>2</sup>BrioAgro Technologies, S.L. Polígono Industrial La Serna, Calle C. 31500 Tudela (Navarra)

[xxxxxxxxxxxx@fundacioncajamar.com](mailto:xxxxxxxxxxxx@fundacioncajamar.com)

**Palabras clave:** sensores, optimizar, automatizar, ahorro agua, calidad

## **Resumen**

**El agua es un bien cada vez más escaso y se está convirtiendo en algunas zonas en un problema crítico. La agricultura consume más de dos tercios del agua dulce total del planeta. La mejora de la eficiencia en el uso del agua puede lograrse mediante el uso de sensores de riego y estos, unidos a la tecnología de riego inteligente de BrioAgro podrían optimizar el riego.**

**El objetivo del ensayo fue comparar la tecnología de BrioAgro, la cual consta de dos sensores capacitivos, uno que se situó en la zona radicular, a 15 cm de profundidad y otro de drenaje a 30 cm, fuera del alcance de las raíces de la planta. Mediante “Aqua Power”, conectado al programador, se automatizó el riego en función de las lecturas de la sonda situada en la zona radicular. Esta tesis se comparó con un riego que denominamos “criterio agronómico”, basado en la experiencia de riego en este cultivo, con un criterio técnico.**

**La experiencia se realizó en un cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* Thumb) sin semillas. La plantación tuvo lugar el día 5 de abril de 2023. Se instaló un sistema de semiforzado a base de acolchado biodegradable negro y micro túnel utilizando polipropileno no tejido. El marco de plantación fue de 3 m entre hileras y 1 m entre plantas. Se realizó un diseño estadístico de bloques al azar con 3 repeticiones y 8 plantas por parcela elemental.**

**La mayor producción comercial y eficiencia de riego se obtuvo con el empleo del riego inteligente de BrioAgro. Con este sistema de riego se consiguió un 6,5 % (104 m ha<sup>-1</sup>) de ahorro de agua respecto al “criterio agronómico” y una mejora de la eficiencia de riego del 15,2%. La calidad y calibre del fruto que se obtuvo en ambos sistemas de riego fue similar.**

## **INTRODUCCIÓN**

El agua es un factor limitante de la producción en los cultivos agrícolas (Pomares et al., 2007). La agricultura consume más de dos tercios del agua dulce total del planeta. En los últimos años, la escasez de agua dulce se está convirtiendo en un problema importante, especialmente en zonas áridas, aumentando la competencia por el agua entre los consumidores agrícolas, industriales y urbanos (Chai et al., 2016). Las necesidades hídricas de la agricultura son consideradas muy elevadas en relación a los otros sectores (Bessembinder et al., 2005). El rápido crecimiento de la población, la mayor incidencia de la sequía causada por el cambio climático y las diferentes actividades humanas son factores que han aumentado este problema (World Bank, 2006). Las limitaciones generalizadas de

agua para la agricultura han generado una fuerte necesidad de crear estrategias orientadas a mejorar la eficiencia de su uso, lo que será de gran importancia para poder competir con la demanda de agua de otros sectores (Ferreres, 2008).

La eficiencia en el uso del agua puede mejorarse mediante el empleo de sensores, que, conectados a una plataforma en la nube, permitan al usuario tomar decisiones para realizar un manejo adecuado del riego, evitando posible pérdida de agua y fertilizantes en profundidad.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

El objetivo del ensayo fue evaluar y validar la tecnología inteligente de BrioAgro, con sensorización y automatización del riego frente a un riego que denominamos “criterio agronómico”, basado en la experiencia de riego en este cultivo, con un criterio técnico.

La sensorización de BrioAgro utiliza la última tecnología en sensores de suelo y satélite conectados a internet, junto a la inteligencia artificial procesada desde Google cloud platform. Se colocó el dispositivo VITA 7, alimentado por un panel solar y con dos sensores capacitivos, el primero en la zona radicular, a 15 cm de profundidad, el cual midió humedad del suelo, temperatura y conductividad eléctrica, y un segundo sensor de humedad, colocado en la zona de drenaje, a 30 cm de profundidad. Este dispositivo tras ser calibrado teniendo en cuenta analítica de suelo y Kc del cultivo estima cual es el nivel de capacidad de campo, el nivel de agua fácilmente disponible y el nivel de punto de marchitez, con los que se basa para llevar un riego óptimo.

Para ello el sensor transmite datos de humedad del suelo cada 10 minutos siendo visibles mediante gráficas en la app móvil de BrioAgro, tablet o pc pudiendo así llevar un control preciso del estado de la humedad del cultivo teniendo en cuenta no solo el agua aplicada por riego sino la de las precipitaciones. Se instaló el dispositivo “Aqua Power” en el programador de riego (se encarga de manera autónoma de realizar los aportes al cultivo cuando lo necesita) y vía telefónica recibió las órdenes de la plataforma de BrioAgro según las directrices marcadas por el equipo técnico. Mediante este dispositivo se consiguió una automatización inteligente del riego, de manera que cuando el sensor superficial detectaba una disminución en el nivel de humedad por debajo del predeterminado, el cultivo se regaba automáticamente. El dispositivo VITA 7 además recogió información meteorológica geolocalizada y previsión a siete días vista de humedad relativa, temperatura, nubosidad, velocidad y dirección del viento, horas de sol y previsión de lluvia.

Para el desarrollo de la experiencia se sembró en un semillero profesional el cv de sandía sin semillas Boston (Nunhems) y cv Azabache (Intersemillas), que se utilizó como polinizador. Todas las plantas fueron injertadas sobre calabaza cv. RS841 (Akira seeds) (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*).

La plantación se realizó el día 5 de abril de 2023. Se instaló un sistema de semiforzado a base de acolchado biodegradable negro de 60 galgas de espesor de 1 m de ancho y micro túnel utilizando polipropileno no tejido de una densidad de 17 g m<sup>-2</sup>, el cual se retiró el 19 de mayo, coincidiendo con la presencia de las primeras flores pistiladas. Se instaló una colmena de abejas para favorecer la polinización.

El marco de plantación empleado fue de 3 m entre hileras y 1 m entre plantas (0,33 plantas m<sup>-2</sup>).

Se realizó un diseño estadístico de bloques al azar con 3 repeticiones y 8 plantas por parcela elemental, disponiendo el polinizador dentro de la misma hilera en un porcentaje del 25%. La superficie por parcela elemental fue de 24 m<sup>2</sup>.

Para el riego de la parcela se utilizó tubería Rivulis Hydro PC, con goteros autocompensantes integrados a 0,33 m y de caudal nominal 2,2 L h<sup>-1</sup>. Se instalaron contadores de agua para cada uno de los tratamientos y se tomaron lecturas semanales a lo largo del ciclo de cultivo, aunque el dispositivo de la parcela de BrioAgro constaba de un caudalímetro digital que registraba los datos en la plataforma.

Se realizaron medidas de producción comercial de sandía sin semillas, polinizador y peso medio de los frutos de sandía sin semillas. Se evaluó la producción de destrío y se determinó la capacidad productiva. Se realizó un calibrado de frutos de la producción comercial de sandía sin semillas. Sobre dos frutos por parcela elemental, se realizó una medida de sólidos solubles.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se realizó una única recolección, el día 12 de julio de 2023. La mayor producción comercial de sandía sin semillas, con semillas (polinizador) y total, se obtuvo con el tratamiento de BrioAgro aunque sin diferencias significativas a nivel estadístico (d.s.n.e). No hubo d.s.n.e en el peso medio de los frutos de sandía sin semillas, ni en la producción de destrío. La mayor capacidad productiva, aunque sin detectar d.s.n.e. se consiguió con la automatización de BrioAgro (tabla 1).

En el calibrado de los frutos de sandía sin semillas, no se observaron d.s.n.e entre los distintos tratamientos para ninguno de los calibres, aunque se observó un mayor porcentaje de frutos en el calibre de 3-4 kg y un menor porcentaje en el de 4-5 kg con el tratamiento de criterio agronómico (tabla 2).

En cuanto a la calidad de los frutos, no se apreciaron d.s.n.e en el análisis de sólidos solubles (tabla 3).

El consumo de agua de riego fue de 1.474 m<sup>3</sup>/ha para el tratamiento de criterio agronómico y de 1.378 m<sup>3</sup>/ha para la automatización con BrioAgro, lo que supuso un ahorro de agua del 6,5% (tabla 4).

La mayor eficiencia de riego de sandía sin semillas, obtenida como la división de la producción comercial por los metros cúbicos de agua de riego consumidos se consiguió con la automatización de BrioAgro, con un 53,0 kg/m<sup>3</sup>, frente al criterio agronómico que fue de 44,9 kg/m<sup>3</sup>. Esta mejora de la eficiencia de riego fue del 15,2% para el tratamiento de BrioAgro (tabla 4).

## **CONCLUSIONES**

Con la automatización del riego con BrioAgro se consiguió una mejora en la producción comercial, un ahorro en el consumo de agua y una mayor eficiencia en el uso del agua que con el riego con criterio agronómico.

Esta automatización permitió conocer en tiempo real el estado humedad del terreno, así como la detección de posibles fallos en el sistema de riego.

## **REFERENCIAS**

- Bessembinder, J.J.E., Leffelaar, P.A., Dhindmal, A.S. & Ponsioen, T.C. 2005. Which crop and which drop, and the scope for improvement of water productivity. *Agricultural Water Management*, 73:113-130.
- Chai, Q., Gan, Y., Zhao, C., Xu H., Waskom, R.M., Niu, Y. & Siddique, K.H.M. 2016. Regulated deficit irrigation for crop production under drought stress. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 36:3.
- Fereres, E. 2008. The future of irrigation in horticulture. *Chronica Horticulturae* 48: 9-11.

L. Ávila-Dávila, M. Soler-Mendez, C.F. Bautista-Capetillo, A. Ruiz-Canales y J.M. Molina-Martínez. Digitalización de cultivos hortícolas para riego eficiente en tiempo real. *Agrícola Vergel* 419: 134-137.

Maroto J.V., Miguel, A. y Pomares, F. 2002. El cultivo de la sandía. Mundi-Prensa, Madrid.

Maroto, J.V. 2008. Elementos de horticultura general. Mundi-Prensa, Madrid.

## TABLAS

**Tabla 1.** Resultados productivos

Tratamiento	SIN SEMILLAS		Rendimiento polinizador (kg/m <sup>2</sup> )	Rendimiento total comercial (kg/m <sup>2</sup> )	DESTRÍO	Capacidad productiva (comercial + destrío) (kg/m <sup>2</sup> )
	Rendimiento (kg/m <sup>2</sup> )	Peso Medio (kg)			Deforme (kg/m <sup>2</sup> )	
Criterio agronómico	6,62	5,573	1,38	7,99	0,26	8,25
Automatización Briogro	7,30	5,457	1,68	8,98	0,20	9,17
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s., \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$ ,  $P \leq 0,01$  respectivamente. Las letras distintas mayúsculas o minúsculas en una misma columna indican diferencias significativas  $P \leq 0,01$ ,  $P \leq 0,05$  respectivamente según el test LSD

**Tabla 2.** Calibrado frutos sandía sin semillas

Tratamiento	% de cada calibre (en peso)					
	< 3 kg	3-4 kg	4-5 kg	5-6 kg	6-7 kg	>7 kg
Criterio agronómico	2,39	8,95	7,28	32,30	27,10	22,00
Automatización Briogro	3,64	5,23	17,40	32,00	21,00	20,80
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s., \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$ ,  $P \leq 0,01$  respectivamente. Las letras distintas mayúsculas o minúsculas en una misma columna indican diferencias significativas  $P \leq 0,01$ ,  $P \leq 0,05$  respectivamente según el test LSD

**Tabla 3.** Calidad interna sandía sin semillas. Medida de sólidos solubles

Tratamiento	Sandía sin semillas (°Brix)
Criterio agronómico	13,08
Automatización Briogro	12,97
	n.s.

n.s., \*, \*\*. No significativo,  $P \leq 0,05$ ,  $P \leq 0,01$  respectivamente. Las letras distintas mayúsculas o minúsculas en una misma columna indican diferencias significativas  $P \leq 0,01$ ,  $P \leq 0,05$  respectivamente según el test LSD

**Tabla 4.** Consumo de agua y eficiencia de riego de sandía sin semillas

Tratamiento	Consumo agua (m <sup>3</sup> /ha)	Eficiencia de riego sandía sin semillas (kg producción comercial/m <sup>3</sup> agua)
Criterio agronómico	1.474	44,91
Automatización Briogro	1.378	52,97