

## Uso de sensores con cloud computing para el manejo del riego en el cultivo de uva de mesa con cubierta superior y manto vegetal vivo

R. Torres<sup>1</sup>, G. Ferrara<sup>2</sup>, J.A. Lopez<sup>1</sup>, R. Domingo<sup>1</sup>, A. Maezzo<sup>2</sup>, A. Perez-Pastor<sup>1</sup>

<sup>1</sup> DSIE. Universidad Politécnica de Cartagena. Campus de la Muralla s/n Cartagena.

<sup>2</sup> Soil, plant and food science dep. Universita di Bari. Via Amendola 165<sup>a</sup>. Bari–Italy.

### Resumen

**La utilización de mantos vegetales en los cultivos, es una práctica agrícola utilizada, tradicionalmente, para mantener la humedad del suelo, controlar las malas hierbas y aportar materia orgánica. En cultivos que usan cubierta plástica, como es el caso de la uva de mesa, el uso de mantos vivos en el suelo puede contribuir, además, a modificar la humedad del entorno próximo del cultivo bajo la cubierta, lo que condiciona la demanda climática y el crecimiento vegetativo, sobre todo en épocas de alta demanda evapotranspirativa, aunque también favorece la competencia de los recursos hídricos disponibles, lo que puede traducirse en menor productividad del cultivo. El objetivo de este estudio fue obtener parámetros de interés para el manejo del riego y conclusiones sobre la influencia del manto vegetal vivo en cultivos cubiertos a través del uso de redes de sensores para instrumentar el déficit de presión de vapor, contenido y potencial matricial del agua en el suelo en cultivos con y sin manto vegetal.**

Palabras clave: manejo del riego, cloud computing, mulching, manto vegetal, WSN

### Use of cloud computing sensors to irrigation management of table grape orchards with cover over crops and living mulch

### Abstract

The use of mulches in orchards is a traditional agricultural practice used with the aim of conserving moisture, reducing weed growth and providing organic matter. When plastic covers over the orchards are used (for example, in table grape crops), the living mulches on the soil could contribute to the modification of the humidity around the crop below the cover. This fact has an influence on the climatic request and on the vegetation grown, mainly in stages with a high evapotranspiration. However, the usage of these living mulches could increase the demand of available water resources and this could cause a lower yield. The aim of this study is to acquire suitable knowledge to manage irrigation and conclusions about if living mulches have influence in cover crops using wireless sensor networks to measure the vapor pressure deficit, content and soil water potential in crops with and without mulches.

Keywords: water management, cloud computing, living mulch, WSN

### INTRODUCCIÓN

Los sensores inalámbricos son un recurso de instrumentación cada vez más utilizado en agricultura para la gestión de los recursos hídricos (Navarro et al. 2015) dada la gran flexibilidad para poder medir parámetros en cualquier ubicación de interés agronómico. En la aplicación descrita en este artículo, se han utilizado sensores inalámbricos con acceso a redes móviles y alojamiento en servidores remotos utilizando técnicas de cloud computing, que permiten monitorizar parámetros de suelo y clima en cultivos de uva de mesa bajo cubierta y estudiar el efecto que el uso de mantos vegetales vivos tiene sobre ellos.

Tradicionalmente, las malas hierbas de los cultivos han sido controladas mediante labranza (*tilling*) o el uso de herbicidas, ya que la presencia de malas hierbas puede ser perjudicial para el rendimiento de los cultivos al competir por el agua del suelo (Ferrara et al 2015). Además, el uso de herbicidas puede provocar contaminación del suelo. Por otro lado, hay autores que han constatado que el uso de mantos vegetales vivos (*living mulch*) en riego localizado, proporcionan materia orgánica mejorando la capacidad de retención del suelo (Haynes, 1980; Merwin et al., 1995; Verdú y Mas, 2007).

En el caso de los cultivos bajo cubierta protectora, como es el caso de la uva de mesa, la presencia de mantos vegetales puede modificar las condiciones climáticas del cultivo, variando el vigor y, por tanto, las necesidades hídricas. (Figura 1)

Por ello, el objetivo final de este ensayo fue monitorizar, utilizando redes de sensores inalámbricas y técnicas de cloud computing, parámetros de suelo y clima capaces de aportar información sobre la sostenibilidad de los mantos vegetales, e incidir sobre el uso eficiente de los insumos: agua, fertilizantes, mano de obra, etc. (Figura 2)

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó durante las fases de brotación y cosecha de 2015, en una plantación de uva de mesa, variedad Italia sobre 1.103P, ubicada en Adelfia (Puglia – Italia), a marco de plantación de 2,2 x 2,8 m y bajo riego por goteo (3 emisores de 4L h<sup>-1</sup> por cepa). El cultivo de uva se encuentra bajo cubierta plástica sobre estructura metálica al objeto de modificar la fecha de la cosecha. La plantación comercial está dividida en parcelas de 2 ha. Para el ensayo se eligió una con suelo cubierto con un material vegetal vivo (*trifolium repens*) y otra cuyo suelo se mantuvo libre de malas hierbas mediante laboreo. Ambas parcelas se instrumentaron con nodos de comunicación y control remoto por GPRS, uno por cada punto de medida. Para ello, se utilizaron sistemas de Agricultura de Precisión basados en nodos inalámbricos y técnicas de cloud computing para el almacenamiento y procesamiento de información en la nube (Widhoc, MU – Spain). Los nodos tienen capacidad autónoma de energía, con lo que están exentos de mantenimiento. La instalación se realizó por encima del dosel vegetal para evitar el sombreado del panel solar.

Las variables registradas en suelo fueron: contenido volumétrico de agua a 25 y 50 cm de profundidad, potencial matricial y conductividad eléctrica. Se instrumentaron dos repeticiones por parcela (2 *mulching* y 2 *tilling*). Además, se registraron a mitad del dosel vegetal, variables climáticas: temperatura, humedad relativa y déficit de presión de vapor.

El manejo del riego se realizó para mantener condiciones de capacidad de campo de acuerdo con los sensores de potencial matricial. Los nodos de medida se equiparon con un pluviómetro para conocer los tiempos reales de aplicación del riego.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las figuras 3 y 4 se muestran las evoluciones del déficit de presión de vapor (DPV) y los eventos de riego, en ambos tratamientos: con y sin *mulching*.

De cara a disponer de mayor información se controló, adicionalmente, el volumen de agua aportado por el agricultor de forma tradicional y así poder comparar los resultados de los ensayos con los del agricultor. Adicionalmente a las medidas de potencial matricial se realizaron medidas de potencial de tallo a mediodía y de fluorescencia (quincenalmente), al objeto de un mayor control de las condiciones de riego. Se estableció un valor umbral de -0,6 MPa para asegurar la correcta dotación hídrica de los cultivos.

Se observaron diferencias entre tratamientos en relación a las variables climáticas medidas, sobre todo en horas de máxima evapotranspiración, cuando el déficit fue más elevado en la parcela de manto vivo, con valores que superaron los 3 kPa, mientras que en la labrada, apenas si los alcanzaron. Sin embargo, este hecho no se tradujo en un mayor consumo de agua ya que en los meses de máxima demanda (julio y agosto), el aporte hídrico a la parcela con *mulching* fue de  $1296,52 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ , y en la labrada de  $1448,66 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ . Estos resultados pueden explicarse con el incremento de la capacidad de retención del suelo (más compactado, mejor estructura) lo que puede implicar menores pérdidas por drenaje, como puede ser observado con los sensores de humedad del suelo a distintas profundidades.

### **Conclusiones**

En uva de mesa con cubierta plástica el uso de mantos vivos se puede considerar una técnica beneficiosa en términos de capacidad retentiva de agua en el suelo, incremento del nivel de materia orgánica y reducción de algunos insumos. Bajo las condiciones de estudio, no se llegó a cuantificar el papel competidor que puede ejercer el manto vivo por el agua disponible, más allá del derivado del manejo del riego con el potencial matricial. El uso de las WSN y el cloud computing con servicios WEB a través de plataformas PC o APP, figura 5, facilita el control del riego y un eficiente uso de los insumos.

### **Bibliografía**

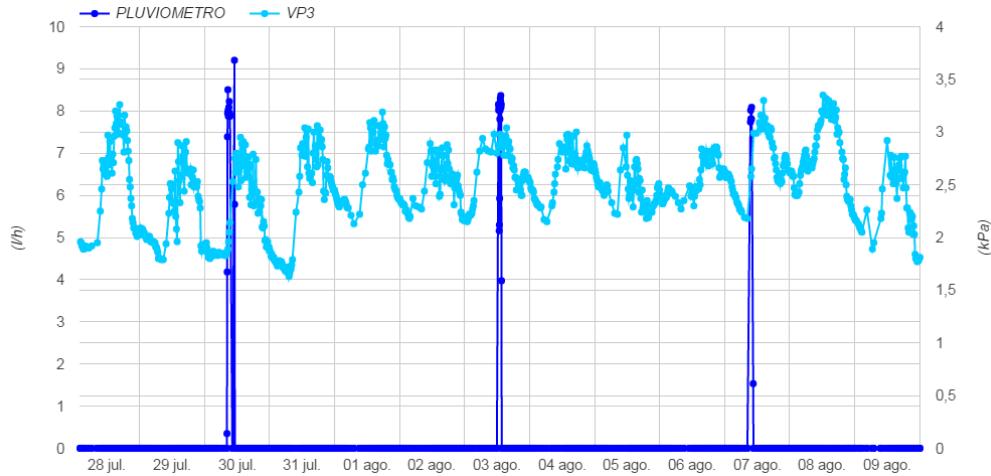
- Ferrara, G.; Mazzeo, A.; Matarrese, A.M.S.; Pacifico, A.; Fracchiolla, M.; Al Chami, Z.; Lasorella C.; Montemurro, P.; Mondelli, D. Soil management systems: Effects on soil properties and weed flora, S. Afr. J. Enol. Vitic. vol.36 n.1 Stellenbosch 2015
- Haynes, R.J., 1980. Influence of soil management practice on the orchard agro-ecosystem. Agro-Ecosystems 6, 3-32.
- Merwin, I.A., Rosenberger, D.A., Engle, C.A., Rist, D.L. & Fargione, M., 1995. Comparing mulches, herbicides, and cultivation as orchard groundcover management systems. Hort. Technol. 5, 151-158
- Navarro, H., Torres, R., Soto, F., Albaladejo C., López, J.A., Domingo, R., A wireless sensors architecture for efficient irrigation water management, Agricultural Water Management, Volume 151, 31 2015, pp 64-74. 2015
- Verdú, A.M. y Mas, M.T., 2007. Mulching as an alternative technique for weed management in mandarin orchard tree rows. Agron. Sustain. Dev. 27, 367-375



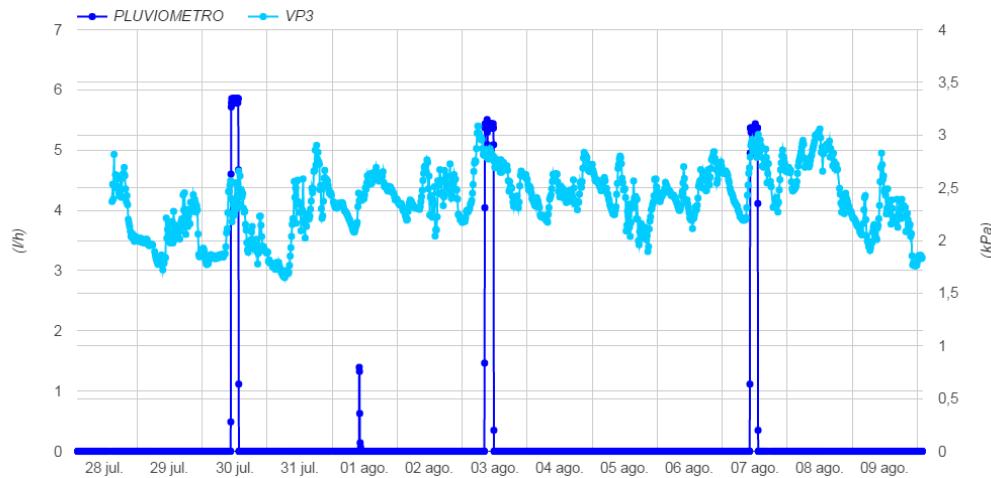
**Fig 1. Parcela con manto vegetal vivo.**



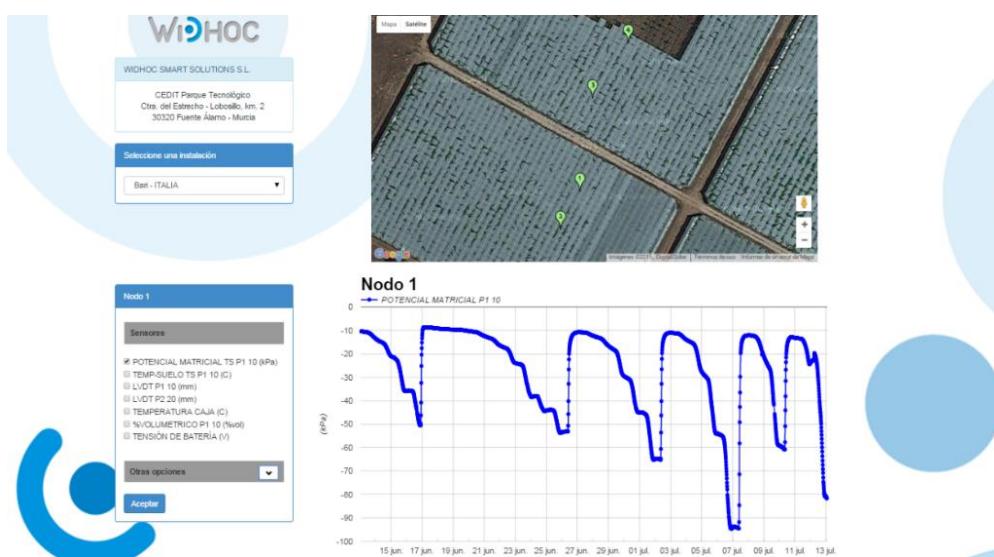
**Fig 2. Sensor de Déficit de Presión de Vapor**



**Fig 3.- Evolución del DPV y episodios de riego en la parcela con manto vegetal vivo.**



**Fig 4.- Evolución del DPV y episodios de riego en la parcela labrada.**



**Fig 5. Plataforma de acceso a los datos del ensayo.**