

<https://www.interempresas.net/Grandes-cultivos/Articulos/234533-El-riego-subterraneo-como-estrategia-de-ahorro-de-agua-en-la-agricultura-de-regadio.html>

El riego subterráneo como estrategia de ahorro de agua en la agricultura de regadío

Teresa Munuera, Responsable de I+D+i, AZUD (Murcia)

Santos Gómez, Responsable de Producción, SALEPLAS S.L (Madridejos)

Luis Bonet, Investigador, IVIA (Valencia)

María Amparo Martínez-Gimeno, Investigador, CEBAS-CSIC (Murcia)

Pedro Antonio Nortes, Investigador, CEBAS-CSIC (Murcia)

Diego Intrigliolo, Científico Titular, CEBAS-CSIC (Murcia)

Juan José Alarcón, Profesor de Investigación, CEBAS-CSIC (Murcia)

12/03/2019

[1234](#)

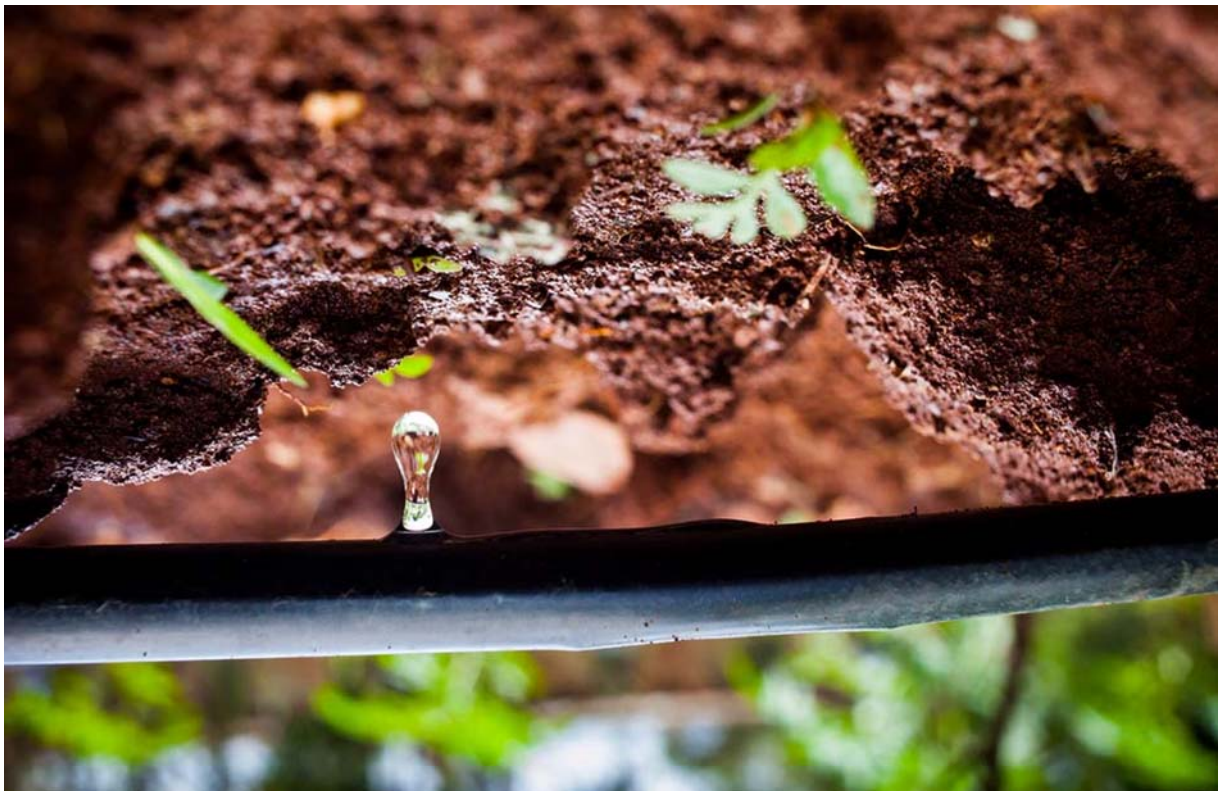
El riego localizado subterráneo se presenta como una alternativa de gran potencial para optimizar el consumo de agua en zonas áridas o semiáridas donde los recursos hídricos son limitados. Para conseguir un rendimiento óptimo de este sistema de riego es preciso superar una serie de inconvenientes. Para hacer frente a estas dificultades se ha desarrollado un proyecto de investigación de colaboración público-privada titulado 'Desarrollo y validación de un sistema de riego subterráneo inteligente' en donde entre otros aspectos se han realizado ensayos comparando el comportamiento agronómico de un cultivo de cítricos bajo riego localizado superficial y subterráneo.

Introducción

La escasez de agua constituye uno de los principales desafíos del siglo XXI al que se están enfrentando ya numerosas sociedades de todo el mundo. A lo largo del último siglo, el uso y consumo de agua ha crecido a un ritmo dos veces superior al de la tasa de crecimiento de la población y, aunque no se puede hablar de escasez hídrica a nivel global, sí se puede afirmar que va en aumento el número de regiones con niveles crónicos de carencia de agua. La agricultura es uno de los sectores con mayor índice de impacto hídrico, pues supone el 65% del consumo total. Este elevado porcentaje unido a un número cada vez mayor de

zonas cuyos recursos hídricos disponibles se están viendo mermados, suscita la necesidad de establecer nuevos modelos y técnicas de riego que incrementen la eficacia en el uso del agua.

Hoy día en sistemas intensivos de cultivos herbáceos regados por aspersión, existen bajas eficiencias de uso del agua, en torno al 70%, debido a la evaporación y arrastre provocado principalmente por el viento, con pérdidas de agua que pueden oscilar entre el 30 y 50% del agua aplicada (Playán et al. 2005). En este sentido, los sistemas de riego localizados son más eficientes que los sistemas por aspersión y los de inundación porque son capaces de reducir la evaporación de agua. Así pues, mientras el agua que es transpirada por las plantas es necesaria para optimizar la producción de biomasa y en muchos casos la cosecha final, toda agua que se evapora desde el suelo o es arrastrada por el viento no es empleada por el cultivo y, por lo tanto, no repercute sobre la productividad de los mismos. Es por ello que un primer paso fundamental para incrementar la eficiencia en el uso del agua a nivel de parcela es reducir al mínimo hasta anular las pérdidas de agua por evaporación desde el suelo o arrastre provocado por el viento. En este sentido, cabe destacar que incluso en riego localizado, en los casos de cultivos arbóreos discontinuos con un bajo porcentaje de sombreado del suelo, la evaporación del agua puede llegar a suponer hasta un 49% del balance hídrico total del eco-sistema agrario (Yunusa et al. 1997); siendo de todos modos muy frecuente en riego localizados valores de evaporación entre un 8 y un 30% (Bonachela et al. 2001; Rosseaux et al. 2009).



Desde este enfoque la mejor solución existente hasta el momento, aunque todavía con un potencial de desarrollo muy grande, es el riego subterráneo, en el cual las tuberías portagoteros van enterradas en el suelo a una determinada profundidad evitando que el agua aflore a la superficie. La idea del riego subterráneo nace al mismo tiempo que el riego localizado en superficie, sólo que a diferencia de este último ha tardado más en desarrollarse y se encuentra mucho menos extendida su práctica, principalmente por la necesidad de encontrar soluciones a los problemas que plantea su manejo y sobre todo la desconfianza del usuario final. Hoy día gracias a la evolución experimentada en los últimos años en los

materiales (plásticos, emisores de bajo caudal integrados, entre otros), es posible implantar o desarrollar técnicas de manejo de estos sistemas de riego, con importantes ventajas agronómicas y de ahorro. Por ejemplo, los estudios realizados en cítricos (Chi Bacap et al. 2008) han demostrado que para un mismo régimen de riego, los árboles regados mediante riego subterráneo tenían un estado hídrico mejor con niveles de producción un 12% superiores a los regados con riego superficial. Además, cuando se empleaba riego deficitario, los rendimientos productivos eran un 15% mayores con riego subterráneo que con riego superficial (Chi Bacap et al. 2007). Por citar el caso de un cultivo herbáceo, en maíz, los trabajos realizados por Lamm et al. (1995), demostraron que mediante riego subterráneo la producción podía llegar a ser un 25% superior. En definitiva se puede afirmar que se han demostrado las ventajas en términos de eficiencia en el uso del agua de los sistemas de riego subterráneo (ver al respecto las revisiones de Camp 1998 y Ayars et al. 1999) lo que además puede conllevar otros beneficios en términos de ahorro energético al requerirse de un menor aporte hídrico y también una mayor eficiencia en el uso de los fertilizantes. Además cabe destacar otros beneficios potenciales del riego subterráneo como:

- Disminución de enfermedades fúngicas ya que la parte aérea se encuentra más seca
- Reducción de las malas hierbas, sobretudo en climas áridos, ya que la superficie se mantiene seca
- Mayor vida útil de las tuberías porta-goteros al no estar expuestas a la radiación solar
- Mayor facilidad en la realización de algunas labores de cultivo al no estar las tuberías en la superficie del suelo

Desarrollo y validación de un sistema de riego subterráneo inteligente

Si bien el riego subterráneo se presenta como una alternativa de gran potencial para optimizar el consumo de agua, sigue presentando una serie de inconvenientes que obstaculizan su correcta explotación como son el elevado costo de instalación, las obturaciones de los emisores o el estrangulamiento de las mangueras. No obstante, a pesar de estas contrariedades, el riego subterráneo sigue siendo uno de los sistemas más demandados por los usuarios, especialmente en los cultivos leñosos. Teniendo en cuenta estas consideraciones, en el año 2012 surgió un proyecto de desarrollo e investigación titulado 'Desarrollo y validación de un sistema de riego subterráneo inteligente-RISUB', que liderado por la empresa Sistema Azud, S.A. y en colaboración con la empresa Saleplas S.L., el Instituto Valenciano de Investigaciones agrarias (IVIA) y el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS), pretende superar todos los retos científicos y tecnológicos que limitan las posibilidades del riego subterráneo, aportando nuevos conocimientos y desarrollos innovadores que incrementarán la eficiencia del riego y la sostenibilidad de los recursos hídricos.



Figura 1: Instalación de riego localizado subterráneo.

Así, el objetivo general del proyecto RISUB fue optimizar tanto la tecnología como la parte agronómica del riego subterráneo para facilitar su extensión a escala comercial aumentando así la eficiencia de riego y el ahorro de agua propia de este sistema. Este objetivo global se pretendía alcanzar a través de cinco objetivos específicos:

- Objetivo 1. Desarrollo de nuevos sistemas de riego localizado subterráneo más económicos con goteros de bajo caudal a emplear en cultivos estacionales de alta producción y en grandes extensiones.
- Objetivo 2. Desarrollo de nuevos sistemas preventivos de obturación de goteros y estrangulamiento de mangueras.
- Objetivo 3. Desarrollar de un sistema remoto para el control del funcionamiento de la instalación y optimización de la programación del riego.
- Objetivo 4. Desarrollo de nuevos diseños agronómicos de riego y validación de los desarrollos previos en plataformas experimentales.

Los resultados obtenidos a lo largo del proyecto, atendiendo a los objetivos planteados fueron los siguientes.

En el marco del objetivo 1, se diseñaron nuevos goteros de bajo caudal y perfil plano, mejor adaptados a las condiciones de riego localizado subterráneo, y se desarrollaron nuevas tuberías emisoras más económicas que permitiesen disminuir los costes de instalación de estos sistemas de riego.

Dentro del objetivo 2 se diseñaron barreras físicas y químicas integradas en los goteros capaces de impedir la obturación de los mismos por intrusión de las raíces, tierra u otros elementos del entorno.

Atendiendo al objetivo 3 se integraron puntos de accesos en las mangueras para la toma de medidas in situ de la presión de carga de los laterales.

En el marco del objetivo 4 se conformaron protocolos sobre buenas prácticas de riego localizado subterráneo, optimizando el sistema por medio del estudio comparado en una parcela experimental del comportamiento agronómico de un cultivo de cítricos bajo riego localizado superficial y subterráneo.

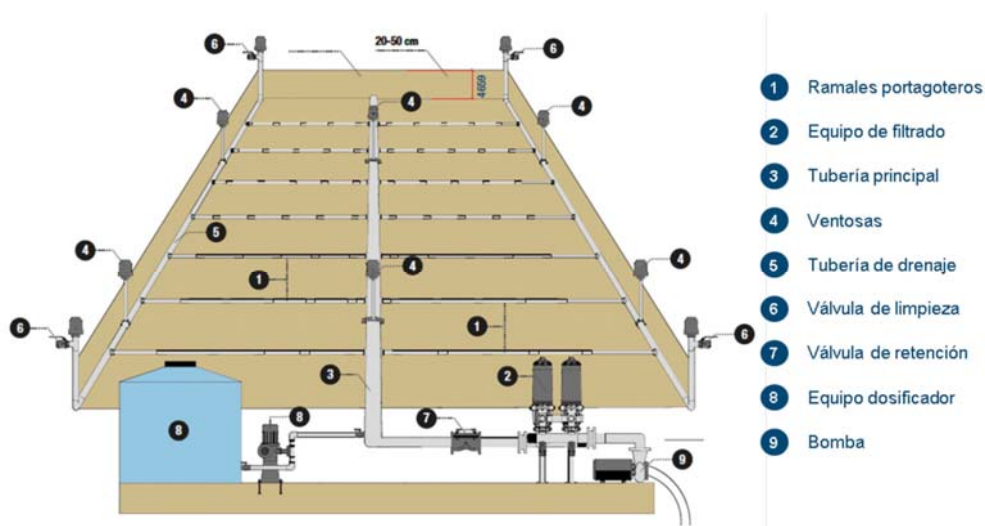


Figura 2: Diferentes componentes en un sistema de riego subterráneo.

Ensayo comparado sobre el comportamiento agronómico de un cultivo de cítricos bajo riego localizado superficial y subterráneo

Debido a las crecientes limitaciones en el uso de agua en agricultura, cobra gran importancia la evaluación de la respuesta de los cítricos a diferentes estrategias y sistemas de riego

(Martínez-Gimeno et al., 2018). En este sentido, durante el período de 2014 a 2016, se llevó a cabo un ensayo en una parcela experimental de 1.4 ha de 'Clementina arrufatina', situada en el término municipal de Alberic, en donde se plantearon dos tratamientos de riego: (i) Riego superficial y (ii) Riego subterráneo con tubería emisoras enterradas a 30 cm de profundidad. El diseño experimental fue de bloques al azar con tres repeticiones y un total de entre 8-10 árboles muestreables por tratamiento. La separación entre emisores en ambos tratamientos era de 1.20 m y su caudal de 2,2 l/h. El riego se programaba semanalmente ajustando los tiempos de riego recomendados por el portal de riegos del IVIA (<http://riegos.ivia.es/>), en donde previamente se habían introducido las características de la parcela, en base a medidas del estado hídrico de los árboles y perfil de humedad del suelo. Al riego aplicado en el tratamiento de riego subterráneo se le aplicaba un 15-20% de reducción respecto al tratamiento con riego superficial estimado como posibles pérdidas por evaporación. Quincenalmente y de forma semanal durante los meses de mayor demanda evaporativa se realizaron medidas de potencial hídrico en tallo en un total de seis árboles por tratamiento para determinar el estado hídrico.

Las medidas se realizaron con cámara de presión Scholander a medio día solar en dos hojas por árbol embolsadas previamente para evitar la transpiración durante al menos una hora. Estas determinaciones del estado hídrico de los árboles permitieron ajustar el riego en el tratamiento de riego subterráneo con el fin de evitar condiciones de estrés desfavorables en caso de una excesiva reducción del riego. La instalación de contadores de agua a la entrada de cada repetición permitió registrar el agua aportada al final de la campaña a cada uno de los tratamientos. Durante el año 2015, la cosecha se llevó a cabo en dos pases el 20 y 27 de Octubre, se determinó el número de frutos por árbol, el peso medio de éstos y la producción para cada uno de los tratamientos. Posteriormente se analizó la calidad interna de la fruta mediante determinación de la acidez, sólidos solubles totales e índice de maduración.

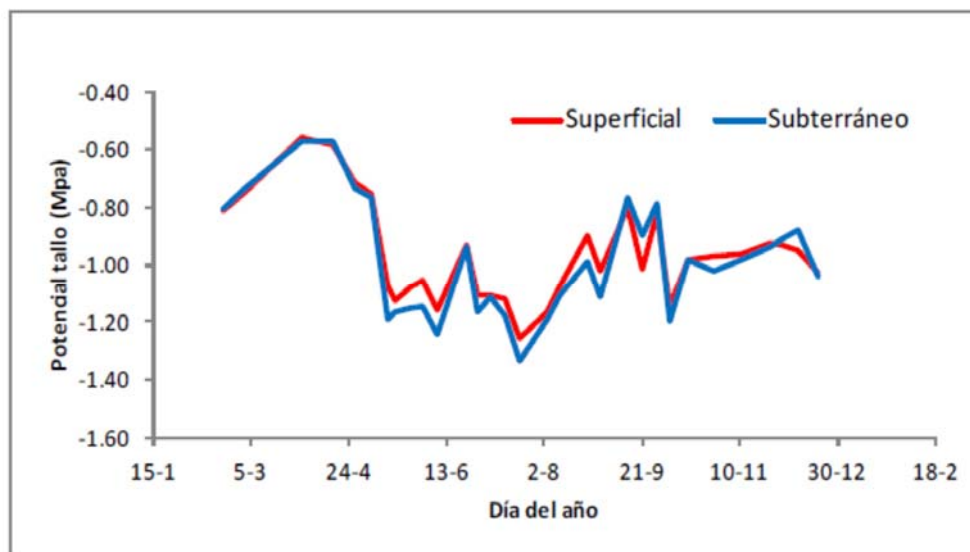


Figura 3: Valores de potencial hídrico de tallo en riego superficial y subterráneo.

El tratamiento de riego subterráneo recibió 285 mm, un 23,6% de agua menos que el tratamiento con riego superficial que recibió 373 mm. Las medidas de potencial de tallo muestran para ambos riegos una pauta similar, pero los árboles bajo riego subterráneo alcanzaron valores más negativos que los árboles con riego superficial sobre todo durante el periodo de mayor demanda, mostrando niveles de estrés moderado (Figura 1), esto puede deberse al mayor ahorro de agua de la anualidad 2015 (23,6%) respecto a la del año anterior (18,6%) donde los valores de potencial hídrico no mostraron tantas diferencias. A pesar de estas diferencias en el estado hídrico de los árboles, los resultados obtenidos tras evaluar la cosecha muestran que ambos tratamientos tuvieron una producción similar sin observarse diferencias en cuanto al número de frutos ni peso medio de estos (Tabla 1). Debido a ello, la eficiencia del uso del agua fue ligeramente superior en el tratamiento de riego subterráneo

llegando a valores de 7,21 kg de producción por m³ de agua aplicada frente a los 5,21 kg del tratamiento regado superficialmente. En cuanto a los parámetros obtenidos del análisis de calidad de fruta ambos tratamientos mostraron valores similares de acidez, sólidos solubles e índice de madurez.

Riego	Kg/árbol	Nº frutos/árbol	P.medio fr (g)	Riego (mm)	EUA (Kg/m ³)	SST (°Brix)	Acidez (g/l)	I.Madurez
Superficial	38,8	378,1	103,2	373,0	5,21	10,08	7,99	11,38
Subterráneo	41,1	393,1	104,3	285,0	7,21	10,10	7,72	11,78

Tabla 1: Valores de producción, consumo y eficiencia en el uso del agua y calidad de la cosecha en riego superficial y subterráneo.

Los trabajos realizados durante el segundo año de ensayo en la parcela experimental de cítricos, han demostrado que la reducción del componente evaporativo en condiciones de riego subterráneo permite ahorros de agua considerables (23,6% en este caso) frente al sistema de riego localizado convencional sin que esto repercuta de forma negativa en la productividad de los árboles. Además, el ahorro de agua obtenido mediante el riego subterráneo repercute en un incremento de la eficiencia del uso del agua.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el proyecto Desarrollo y validación de un sistema de riego subterráneo inteligente (RISUB-IPT-2012-0480-310000)

Bibliografía

- Ayars, J., Phene, C.J., Hutmacher, R.B., Davis, K.R., Schoneman, S.S. Vail, R.M. Mead R.A. 1999.
- Subsurface drip irrigation of row crops: a review of 15 years of research at the Water Management Research Laboratory. *Agricultural Water Management* 42: 1-27
- Bonachela, S., Orgaz, F., Villalobos, F., Fereres, E. 2001. Soil evaporation from drip irrigated olive orchards. *Irr Sci* 20: 65-71.
- Camp, R. 1998. Subsurface drip irrigation. A review. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*. 41: 1353-1367.
- Chi Bacab, U Quiñones, A Martínez-Alcántara, B Montaña, C. Legaz, F. 2007. Reducción del aporte hídrico a los cítricos con el riego deficitario y la pluviometría en riego superficial y subterráneo. *Levante agrícola* 1: 1-9.
- Chi Bacab, U, Quiñones, Royo, N Martínez-Alcántara, Martínez-Cuenca, Legaz, F. 2008. La pluviometría y el riego deficitario controlado como alternativas para reducir el aporte hídrico a los cítricos en riego a goteo superficial y subterráneo. *Levante agrícola* 3: 252-260
- Lamm, F.R., Manges, H.L., Stone, L.R., Khan, A.H., Roger, D.H., 1995. Water requirements of subsurface drip irrigated corn in Northwest Kansas. *Trans. ASAE* 38, 441-448.

- Martínez-Gimeno MA; Bonet L., Provenzano G., Badal E., Nortes PA, Intrigliolo DS., Ballester C. (2018). Estrategias de riego por goteo superficial y subterráneo para incrementar la eficiencia en el uso del agua de los cítricos. *Levante Agrícola*, 442, 168-173.
- Playán, E., Salvador, R., Faci, J. M., Zapata, N., Martínez-Cob, A., Sánchez, I. 13 2005. "Day and night wind drift and evaporation losses in sprinkler solid-sets and 14 moving laterals." *Agricultural Water Management*, 76, 139-159.
- Rousseaux, MC; Cecilia, M. Figuerola, PI Correa-Tedesco, G; Searles, PS. 2009. Seasonal variations in sap flow and soil evaporation in an olive (*Olea europaea* L.) grove under two irrigation regimes in an arid region of Argentina. *Agricultural water management* 96: 1037-1044
- Yunusa, I. A. M. · Walker, R.R., Guy J.R. (1997) Partitioning of seasonal evapotranspiration from a commercial furrow-irrigated Sultana vineyard. *Irrig Sci* (1997) 18: 45–54