

The cover of Olint Magazine features a large, high-angle photograph of a tractor driving through a vast vineyard. The rows of grapevines are perfectly straight and stretch far into the distance under a clear blue sky. The tractor is positioned in the center of the frame, moving away from the viewer. The overall scene is bright and sunny, with long shadows cast by the vines and the tractor.

Olint

MAGAZINE

EDICIÓN ESPAÑOLA
REVISTA TÉCNICA NÚM. 35
DE AGROMILLORA IBERIA, S.L.U.
SEPTIEMBRE 2019

VITICULTURA

Viticultura 4.0
Entrevista: Aritz Espinosa

Bodegas Fariña

OLIVICULTURA

**Nuevas variedades
de olivo para el seto**

ALMENDRICULTURA

**Riego por goteo
subterráneo en el cultivo
del almendro**

**Comparación de los
sistemas de formación
en seto y en vaso
libre. Variedad «Soleta»**

FRUTICULTURA

Sistemas de plantación 2D

INVERSIÓN

**Invertir en Agricultura:
un modelo rentable**

Sistemas de riego de alta eficiencia productiva

Riego por goteo subterráneo (RGS/SDI) en cultivo del almendro

Francisco Javier Martínez López

Ingeniero Agrónomo. Product Manager RGS

El cultivo del almendro ha pasado, en los últimos 15 años, de ser un cultivo en la mayoría de casos marginal de secano con bajos rendimientos, a un cultivo de alto valor productivo, que, en regadío, proporciona una alta y segura rentabilidad, lo que posiciona a este cultivo como una gran alternativa dentro de la agricultura actual.

El sistema de riego más extendido en España ha sido el riego por goteo, que nos ha permitido multiplicar las producciones y estabilizarlas en el tiempo, aprovechando al máximo un recurso tan escaso y valioso en muchos casos, como es el agua.

No obstante, en el momento que se empieza a tecnificar el cultivo hasta el punto que se trabaja como si de una empresa industrial se tratase, valorando todos los costes, aparece el sistema de riego subterráneo (RGS/SDI) como una gran alternativa en este cultivo que nos permite minimizar los costes de agua, fertilizantes, averías, herbicidas, recolección, etc.; unido a una serie de ventajas que lo posicionan como un sistema de riego de alta eficiencia productiva.

Sin duda, es un sistema de riego que en España se lleva trabajando más de 20 años, y que ha pasado por muchas fases de éxitos y fracasos. No obstante, son tantas y tan claras las ventajas observadas durante estos años que se ha ido extendiendo y normalizando su uso, especialmente en el cultivo del almendro, donde presenta además una serie de ventajas añadidas que iremos abordando a lo largo de este artículo.

Concepto

El sistema de riego por goteo subterráneo (RGS), es un sistema de riego que aporta agua y nutrientes al suelo de forma localizada bajo la superficie del suelo condicionando la disposición y localización de las raíces y el patrón de desarrollo de las plantas.

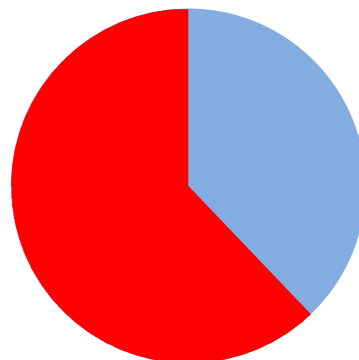
El agua la aplicamos a través de los emisores de riego y su objetivo es humedecer solamente una parte del volumen del suelo (bulbo húmedo) donde se desarrollan

las raíces o nos interesa que se desarrollen y concentren la mayor parte. El manejo tiene gran importancia, ya que vamos a ser los responsables de establecer y desarrollar un sistema radicular u otro, y de conseguir eficiencias de aplicación de agua de riego superiores al 95% y, por tanto, de conseguir un gran ahorro de agua. Nuestro principal objetivo es solapar un bulbo con otro y establecer una franja continua de humedad donde las raíces puedan desarrollarse.



Foto 1. Distribución de raíces en el perfil de suelo en una faja de almendro con riego subterráneo.

Éxito de RGS



■ Suelo + Agricultor ■ Técnicos + Productos + I+D

GAMA DE TRACTORES ESPECIALES NEW HOLLAND TRACTORES DE CONFIANZA EN CUALQUIER LUGAR.



Premiado
Sistema Lift-O-Matic™ Plus

Exclusiva
Cabina Blue Cab™ 4

Sistema intercambiable
SmartTrax™

Potentes
Motores FPT Industrial

HUERTO, VIÑEDO, MONTAÑA, PERFILES BAJOS, PENDIENTES ESCARPADAS, HILERAS ESTRECHAS O IMPLEMENTOS PESADOS. NO IMPORTA DONDE TRABAJES: CON UN NEW HOLLAND PODRÁS HACERLO.

Sea cual sea el terreno, la tarea o el desafío al que te enfrentas cada día, tendrás un tractor especializado New Holland que se adapta a tu trabajo y a tu presupuesto. Con 7 series de orugas, 27 modelos de 50 a 107CV de potencia, capacidad de levantar hasta 2.900 kg y una serie de características exclusivas y orientadas a la productividad, descubrirás que las mejores series de tractores especiales ya están disponibles: y son New Holland.

¿Es un sistema válido para todas las explotaciones?

La experiencia nos dice que el sistema RGS tiene dos limitantes principales, una es el **tipo de suelo**, y la otra, es el **manejo de la instalación**. Respecto al tipo de suelo, sabemos que en determinadas texturas arenosas, es complicado conseguir una franja continua de humedad y solapar bulbos de humedad. Por esta razón, es más complicado manejar la humedad correctamente en el suelo y, por tanto, no es recomendable usar este sistema.

En cuanto al manejo, hoy en día se sabe más sobre las prácticas de riego, hay tecnología para ver qué sucede con la humedad en el suelo a través de sondas, sabemos los productos que se aplican para evitar intrusión radicular, etc... Pero hay que dejar claro que el conductor del sistema de RGS tiene que ser alguien preciso y metódico, ya que, de lo contrario, el sistema no trabajará correctamente.

Materiales

Cuando nos planteamos hacer un sistema de riego RGS/SDI, debemos tener en cuenta la vida útil de la especie o sistema de cultivo a instaurar, de modo que garanticemos una durabilidad del sistema de riego superior a la del cultivo. Por lo tanto, hablaremos normalmente de **emisores** de alta gama con unas características mínimas, que son:

- **Emisores autocompensantes (PC):** nos garantizan mejor uniformidad y tiradas más largas sin importar los desniveles y con unos costes de inversión más competitivos.
 - Por otro lado, debemos elegir emisores antisucción (AS), que eviten la entrada de partículas del exterior hacia el interior del emisor, con su propio sistema de cierre del gotero cuando paremos el riego.
 - Emisores resistentes a la obstrucción con laberintos de gran paso (ancho x alto), y con geometrías redondeadas, que favorecen su autolimpieza cuando realizamos las operaciones de mantenimiento.
 - Buscamos emisores que en función de las texturas del suelo donde vayan a trabajar consigan bulbos de humedad lo más anchos posibles para evitar esas pérdidas por percolación, lo que suele condicionar al uso de caudales de 1.0, 1.6, 2.0 y 2.3 l/h normalmente como solución.
 - Se deben utilizar tuberías emisoras con normativa ISO 9261 con trazabilidad total y así estar seguros de que tenemos un producto con todas las garantías y que cumple la legislación actual.
- Además del uso de un emisor específico, la instalación debe tener otros elementos obligatorios e imprescindibles que nos permitirán manejar y mantener nuestro sistema con éxito, ya que nos darán la información necesaria para saber si funciona correctamente:
- Equipos de filtración adecuados y diseñados en función del tipo de agua y presión de trabajo, así como un grado de filtrados ajustados al caudal del gotero.
 - Caudalímetro con emisor de pulsos para regar por volumen y control sectorial.
 - Circuito de drenaje y limpieza para poder realizar las limpiezas correctamente.
 - Tomas manométricas y ventosas.
 - Equipo de fertirrigación e inyección de productos químicos.
 - Sondass de humedad y automatización.

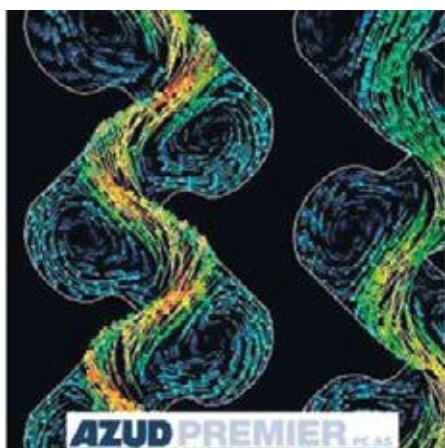


Foto 3.
Dinámica del agua y gotero para riego subterráneo.



Fotos 4-5.
Equipo de filtrado (izq.)
Manómetro (der.)

Diseño e instalación

El marco y el tipo de suelo influyen en el diseño de la instalación, ya que condicionan los caudales y distancia entre emisores, con el fin de regar formando la franja continua de humedad.

La instalación se enfoca de forma diferente si vamos a ejecutar el proyecto en una plantación adulta o joven. No obstante, siempre pensaremos en el tamaño de copa y su diámetro en edad adulta, ya que es el reflejo del sistema radicular y nos da la localización más adecuada de las tuberías emisoras.

En las instalaciones de RGS, independientemente del marco de plantación, intensivos (6x5, 5x4, 7x6) o superintensivos (4x1.4, 3.5x1.2, 4x2), siempre diseñamos con **dobles tuberías emisoras por fila de árboles**, ya que conseguimos manejar el árbol de una forma más eficiente y con un desarrollo óptimo que nos hace conseguir rendimientos excepcionales. Mojamos más volumen de suelo lo que se traduce en tener un sistema radicular más potente, desarrollado y equilibrado, y una mayor densidad de copa del árbol.

La separación de las tuberías emisoras al tronco dependerá del marco de plantación, siendo en plantaciones superintensivas separaciones al tronco de 0,5-0,8 m y en marcos intensivos jugaremos a 1,5-1,8 m. Estos serían los puntos ideales de colocación de las tuberías emisoras en la edad adulta del árbol, lo que nos provoca en muchos casos de plantaciones nuevas que no debemos realizar la instalación de RGS el año de plantación y esperemos al año 2-3 (según crecimiento del árbol) para realizar la colocación. De esta forma, durante los primeros años podemos desarrollar el árbol con una única tubería emisora, y, el año 2-3, instalaremos la que

teníamos en superficie, más la nueva que añadimos.

El punto óptimo normalmente es la prolongación de copa, que es donde tenemos con seguridad el sistema radicular que queremos alimentar. La profundidad de la tubería es variable y hay que considerar distintos criterios, siempre pensando en formar ese bulbo de humedad en la zona radicular efectiva del árbol, por lo que, dependiendo de la profundidad de suelo, de los horizontes, de la textura y de las operaciones culturales que va a realizar el propietario, nos moveremos entre los 20 y 40 cm.

Manejo y mantenimiento del sistema

Esta parte es la que más peso tiene en el éxito de una instalación de RGS, y es la que nos permite exprimir al máximo el sistema cuando se realiza correctamente y disfrutar de largas vidas útiles de más de 20 años.

Para conseguir un buen sistema, no solo debemos buscar productos específicos, un diseño e instalación correcta, sino también empresas que nos aporten el conocimiento en el manejo y mantenimiento del sistema. Por ello, los usuarios deben exigir a las empresas instaladoras un manual de manejo y mantenimiento del sistema donde estén reflejadas todas las pautas referentes a limpiezas, productos a utilizar, frecuencia de uso y dosis, entre otros factores. Siguiendo estos manuales, garantizamos el correcto funcionamiento de la instalación a lo largo del tiempo.

El manejo consiste en satisfacer (dentro de nuestras posibilidades) las necesidades de agua (en dosis y frecuencia) de la planta, para provocarle el mínimo estrés posible y conseguir nuestro objetivo productivo o de uso eficiente del agua. Asimismo, intentaremos

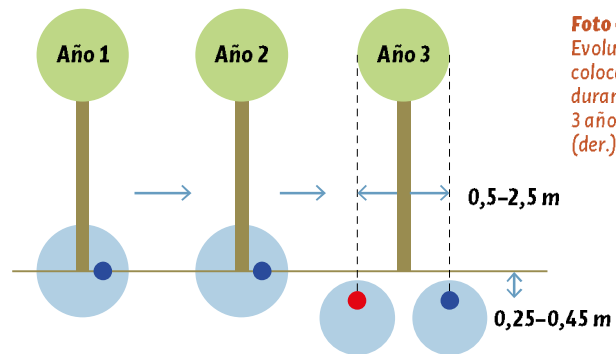


Foto 6. Evolución de la colocación del riego durante los primeros 3 años de cultivo. (der.)



Foto 7. Tubería de riego subterráneo.

tener montadas nuestras franjas continuas de humedad gestionando los recursos disponibles de la forma más eficiente posible.

Sin duda, el avance y desarrollo de la tecnología aplicada a la automatización del riego y los sensores de humedad, han ayudado a mejorar el control en el manejo del RGS, lo que permite conocer en todo momento lo que está sucediendo en la instalación y en concreto, en el sistema suelo-planta-riego, quitándose el usuario el miedo que siempre ha tenido de “no ver el agua”.

Las sondas de humedad nos permiten manejar la humedad en la zona entre la capacidad de campo y el punto de recarga de forma que no perderíamos agua por evaporación ni llegaríamos a estresar la planta llegando al punto de marchitamiento. Esto gestionado con el smartphone desde una buena aplicación facilita muchísimo el manejo de nuestro sistema RGS. El manejo pasa también por el uso de la fertirrigación con doble aptitud:

Por un lado, aprovechar el sistema para colocar los abonos en la zona radicular y así ser más efectivos. Por otro, la aplicación de ciertos productos como los abonos ácidos (ej. nítrico o fosfórico), ya que nos ayudan a limpiar la tubería emisora y tener pH ácidos en las proximidades del gotero lo que limita también la posible intrusión radicular. En cultivo ecológico es posible el uso de ácido acético o cítrico para el mismo fin.

También es posible utilizar ciertos herbicidas para controlar la intrusión radicular con total garantía como son la pendimetalina o trifluralina, según la legislación del país en cuestión. Con un manejo adecuado en la forma de regar y aplicación de estos productos tenemos controlado el problema de intrusión radicular con total seguridad.

Ventajas

Las grandes ventajas del riego por goteo subterráneo (RGS) son distintas y variadas según el enfoque de cada cultivo y zona donde se plantee, pero en almendro podríamos agruparlas en diferentes bloques.

Concienciación ambiental:

- **Agua:** eliminamos las pérdidas por evaporación, escorrentía y percolación. Esto es muy importante, ya que es un bien cada vez más escaso y caro.
- **Fertilizantes:** la aplicación de la cantidad justa en el momento óptimo a la planta de una forma sencilla. Esta es la mejor manera de optimizar la fertirrigación sin contaminar los suelos y acuíferos subterráneos.
- **Herbicidas:** la agricultura con cubierta vegetal va a crecer en el cultivo del almendro, y, poder controlar las malas hierbas, es una de las principales razones para optar por el RGS, ya que facilita mucho las tareas de desbrozado sin dañar el sistema de riego.
- **Fitosanitarios:** la aplicación del agua en profundidad, tiene la ventaja de tener mucha menos humedad en superficie, lo que permite usar menos productos fitosanitarios para la prevención de enfermedades en los cultivos.
- **Ausencia de erosión por escorrentías:** sistemas como la aspersión no son aptos para parcelas con ciertos desniveles, y en plantaciones con caballón o meseta evitamos esa escorrentía que el gotero provoca en los laterales del caballón.
- La posibilidad de aplicación de las **aguas residuales** con total garantía alimentaria.

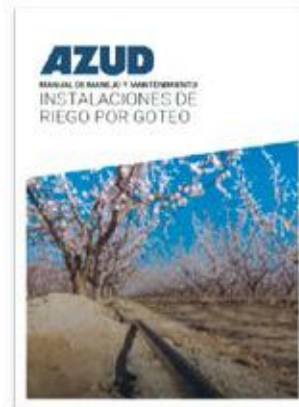


Foto 8.
Profundidad de la tubería en un sistema de riego subterráneo. (izq.)

Foto 9.
Manual de usuario de sistema de riego RGS (der.)

Foto 10.
Comprobación humedad del suelo (inf.)



El **enfoque de la agricultura actual** se dirige hacia la **optimización de costes** para mejorar la cuenta de resultados final. Es en este punto donde los usuarios de RGS ahorran costes en el cultivo de almendro comparado con el riego por goteo superficial.

Sin duda, estamos ante el sistema de riego con mejor relación costes por cada Kg producido:

- 15-20% de ahorro de agua.
- 10-20% de ahorro de abonos.
- Mejores rendimientos en las operaciones culturales, con el consiguiente ahorro de combustible.
- Menor uso de herbicidas.
- Menos mano de obra en el mantenimiento de las instalaciones de RGS al tener menos roturas provocadas por roedores, cazadores, etc...
- Rendimientos siempre más altos en el binomio (Kg producción/m³ agua gastado).
- Otra de las ventajas radica en que muchos productores están cambiando su **sistema de recolección** usando máquinas cabalgantes. El RGS es el único sistema capaz de “no molestar” en esta operación.
- El sistema RGS proporciona una mejor adaptación a la **agricultura ecológica/orgánica** que está en una clara tendencia de crecimiento, ya que al no poder usar herbicidas debemos buscar sistemas que por un lado no hagan proliferar las malas hierbas al mojar en superficie, y por otro

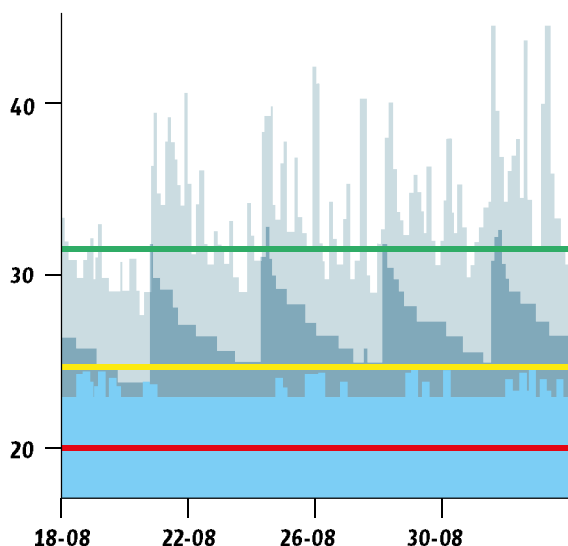
permitan controlarlas mejor sin estorbos. A la vez mejoramos la estructura del suelo al regar por capilaridad y tenemos la posibilidad de aplicación de abonos orgánicos directamente a la zona radicular.

Limitaciones

- En determinados tipos de suelo con poca profundidad o texturas muy sueltas es complicado manejar el sistema y, por tanto, es preferible buscar otra alternativa.
- El coste de instalación es un 20-30 % superior debido a las operaciones de enterrar la tubería y colocar colectores de drenaje y tomas manométricas, ya que el resto de componentes son comunes a una instalación de riego superficial. El coste de la tubería emisora específica es similar al de la superficial ya que la demanda hoy día es tal, que implica un coste similar de fabricación y por ello es recomendable buscar la específica para RGS.
- Exige un manejo y un mantenimiento eficaz.

Conclusión

En muchos casos, el RGS es la mejor alternativa de riego. Se ha producido un avance en productos tecnológicos específicos aplicados al RGS, hay referencias de miles de hectáreas con distintos cultivos, las empresas cuentan con un Know-How importante. Todo ello, unido a los problemas de escasez de agua, agricultura orgánica/ecológica, así como nuevas técnicas de cultivo, **hacen que el RGS sea un sistema de riego con un largo recorrido.**



- Sonda 1
- Sonda 2
- Sonda 3
- Capacidad de campo
- Punto de recarga
- Punto de marchitez



Foto 11.
Gráfica de la humedad en el suelo.
(izq.)

Foto 12.
Plantación almendro en seto con RGS.
(der.)