

## **SECCIÓN 3**

### **RIEGO POR GOTEO SUBSUPERFICIAL (RGS) EN ÁRBOLES/VIDES**



## CAPÍTULO 19

### GOTEO SUBSUPERFICIAL PERMANENTE (RGS) EN ÁRBOLES/VIDES

---

Por muchos años, los productores han enterrado mangueras laterales de polietileno para goteo a poca profundidad en huertos de árboles y en viñedos. Sin embargo, los puntos finales de emisión (goteros, microrociadores o extremos de microtubos) han sido localizados generalmente sobre la superficie del suelo. Esta sección está dedicada a aquellos sistemas en los cuales el punto final de emisión está localizado por debajo de la superficie del terreno.

Probablemente el goteo enterrado permanente alcanza menos del 2% de la superficie total de goteo/microaspersión en árboles y vides. Debido a que son tan pocos los sistemas comerciales en existencia, tanto la industria del riego como los agricultores hasta ahora están empezando a entender sus beneficios y sus retos. Más adelante se citan algunos aspectos que se han observado en relación con estos sistemas.

Las razones teóricas por las cuales se ha despertado interés entre los agricultores por el riego por goteo subsuperficial son claras; ellas incluyen menor evaporación desde el suelo, menor proliferación de malezas, menor humedad en el huerto y por ende menos problemas de enfermedades, además de la habilidad para conducir máquinas y labrar el terreno a través de un lote en cualquier momento, independientemente de la programación del riego. La humedad más baja es una gran ventaja teórica para algunos cultivos tales como pistachos, los cuales sufren de la enfermedad de alternaria en ambientes húmedos.

En un sistema ideal, todas las operaciones de fumigación, poda y cosecha pueden llevarse a cabo sin tener que ceñirse a la programación del riego. Tal sistema ideal requiere una superficie de suelo seca.

#### **Problemas Principales**

Los principales retos que los productores han enfrentado (diferentes a los problemas propios del goteo estándar, como el requerir una filtrado adecuada) son:

1. Con frecuencia el agua llega a la superficie del suelo a través de una “chimenea de arena”. El agua, aún con emisores con caudal inferior a 1,9 LPH (0,5 GPH), lava las partículas de arcilla y limo de alrededor del emisor y también desde una trayectoria vertical hacia la superficie del suelo.
2. La intrusión de raíces es un problema que causa gran preocupación.
3. Los pellizcos de las mangueras han sido lo suficientemente severos como para hacer que algunos sistemas se vuelvan ineficaces.

4. No está muy claro aún, donde es mejor colocar la manguera tanto vertical como horizontalmente con respecto a las hileras de plantas.
5. El suelo puede “retrosifonear” hacia los emisores al final de cada evento de riego.

Estos y otros puntos, los cuales son peculiares del goteo enterrado en árboles y vides, son cubiertos en los párrafos venideros.

### **Encharcamiento de Agua en la Superficie**

La historia del goteo ha demostrado que los emisores con grandes caudales tienden a tener un potencial menor de obstrucción. No obstante, en riego por goteo subsuperficial hay problemas de encharcamiento superficial, problemas estos que se agravan con goteros de elevados caudales. Un caudal “alto” para un emisor de goteo subsuperficial es del orden de 2,3 LPH (*0,6 GPH*).

Algunos productores han experimentado serios problemas de infiltrado con goteo enterrado en árboles y vides. Aparentemente es un problema regional, el cual es influenciado por la calidad del agua y por el tipo de suelo. El agua puede subir derecho a la superficie del suelo, a través de la excavación hecha para la instalación, sin que se esparza alrededor del emisor. En algunos casos, este problema tiende a desaparecer más o menos un año después de que la superficie del suelo haya sido trabajada con discos varias veces. En otras áreas el problema se incrementa con el tiempo; el encharcamiento superficial continúa y se presentan problemas de importancia con evaporación desde el suelo y con proliferación de malezas.

El problema básico es que los caudales de los emisores exceden la habilidad del suelo para desplazar agua alrededor del emisor por gravedad o por acción capilar. Debido a que los emisores operan típicamente con presiones de 69 kPa (*10 psi*) o mayores, el agua tiene una presión mayor que la adecuada para elevarse hasta la superficie del suelo, si el suelo que está inmediatamente alrededor del emisor llega a saturación y está presurizado. Las causas para que se presente este problema incluyen caudales por gotero demasiado altos y conductividades hidráulicas del suelo bajas. La conductividad hidráulica baja se ve con frecuencia afectada por la calidad del agua de riego.

Las siguientes son las guías para ayudar a prevenir tales problemas:

- Seleccione caudales por emisor bajos (menores de 1,9 LPH o *0,5 psi*). Aunque estos son más sensibles a la obstrucción que los emisores de caudales elevados, hay mucho menos desarrollo de materia orgánica en emisores RGS que en emisores sobre la superficie del suelo, lo cual reduce los problemas de obstrucción.
- Use presiones relativamente bajas en los emisores.
- Si la conductividad eléctrica (EC) del agua de riego es muy baja (menor que 0,3 dS/m), inyecte yeso continuamente con el agua de riego para mantener

tasas de 2,5 meq/litro (647 kg de yeso por hectárea de 0,30 m de profundidad o 586 lb de yeso por acre-pie). Tasas más bajas son generalmente ineficaces. Si el problema ha existido por algún tiempo, sería deseable inyectar hasta 5,0 meq/litro de yeso durante unos pocos meses y luego reducir la tasa de inyección con el tiempo.

- Si la relación calcio/magnesio del agua es menor que 1/1, adicione yeso al agua para elevarla por lo menos a esa relación y si es posible, hasta 2/1.
- Si el contenido de bicarbonatos es alto y si el suelo tiene un pH mayor que 6,5, remueva los bicarbonatos bajando el pH del agua hasta cerca de 6,5. Si el suelo tiene un pH bajo, los bicarbonatos se convertirán en CO<sub>2</sub> en forma natural en el suelo.
- Use fertilizantes que contengan calcio y nitrato, en lugar de fertilizantes con sodio o amonio.
- Aplique riegos frecuentes, de duraciones cortas, de solo 30 a 45 minutos por posición. Las pulsaciones pueden causar desuniformidad en la aplicación del agua durante los tiempos de encendido y apagado, a menos que las mangueras sean cortas y que los bloques sean pequeños y estén en terreno plano. Algunos diseños nuevos de emisores vienen con una “válvula de retención”, característica que suspende el drenaje del emisor una vez que la presión de la manguera cae hasta un valor aproximado de 14 kPa (2 psi), lo cual podría ser útil en un terreno bastante plano, aunque resulta de poco beneficio en terreno con pendiente. Además, usando longitudes cortas de manguera y bloques pequeños, es muy útil el uso de válvulas de retención individuales de activación por resorte, con calibración de aberturas para alrededor de 69 kPa (10 psi), en la cabecera de cada manguera. Estas características tienen un impacto importante en diseño y en el costo del sistema.

Una característica poco usual en muchos sistemas de RGS, es que en ocasiones se emplea un número muy grande de emisores por planta (3 a 4 veces el número normal). El gran número de emisores se debe al pequeño caudal por emisor y a la necesidad de pulsar los emisores para prevenir el humedecimiento de la superficie.

### **Intrusión de Raíces**

Algunos emisores están impregnados con Treflan<sup>TM</sup> u otro herbicida, el cual se supone debe prevenir intrusión de raíces. El herbicida Treflan<sup>TM</sup> se libera lentamente del plástico y elimina el desarrollo de raíces en el área que rodea inmediatamente el emisor. Hay variadas opiniones acerca del tiempo durante el cual el Treflan<sup>TM</sup> continuará siendo liberado, y por cuanto tiempo tal liberación será lo suficientemente eficaz. En algunos Estados y para algunos cultivos, se les permite a los productores inyectar Triflurilán (también conocido como “Treflan”) en el agua en sistemas de goteo subsuperficial para prevenir intrusión de raíces. Los autores han observado que (i) la mayoría de los productores no saben cuanto Treflan inyectar, y (ii) los productores frecuentemente o bien olvidan inyectar el Treflan o no saben cuando

usarlo. Hay también cuestionamientos sobre la contaminación de aguas subterráneas con inyecciones de Treflan, ya que el Treflan no se inyecta cerca a la superficie del suelo donde hay grandes concentraciones de materia orgánica que podrían “fijarlo” y prevenir su lixiviación.

Para un productor nuevo quien justamente empieza a tratar con cinta de goteo subsuperficial, uno debe hacer énfasis sobre la importancia de prevenir la intrusión de raíces inmediatamente después de la instalación de la manguera. La intrusión de raíces puede ocurrir rápidamente si el suelo alrededor de los emisores se seca. Si hay una posibilidad de que la manguera permanezca en la tierra por algún tiempo antes de que sea conectada a las líneas de abastecimiento, o si el sistema de inyección de químicos no es operacional en el primer día de lavado del sistema de riego, los emisores con herbicida impregnado pueden no ser una opción excelente.

Otra opción es inyectar un herbicida tal como Treflan<sup>TM</sup> completamente alrededor de la manguera cuando se está instalando. Esta es un área que requiere más experimentación. Para mayor información u observaciones con respecto a la prevención de intrusión de raíces, ver la sección correspondiente en el Capítulo Riego por Goteo en Cultivos Anuales de este libro.

### **Localización de las Mangueras**

La posición apropiada de la manguera es aquella en la cual:

1. Las raíces no pellizcan la manguera o lo hacen en forma mínima.
2. Las llantas del tractor no pasarán directamente sobre la manguera.
3. El agua alcanzará las raíces del árbol.
4. La manguera no está tan profunda, de tal manera que la mayor parte del agua no se perderá por percolación profunda.

Para un sistema con árboles/vides recién plantadas, generalmente la manguera debe colocarse sobre la superficie, justo cerca a las plantas durante el primero al segundo año. Si la manguera se entierra muy cerca de la planta (dentro de por lo menos 20 cm u 8”), existe una alta probabilidad de que las raíces limiten el flujo durante un período de dos a tres años. Esto ha sido experimentado con vides, ciruelas y almendros. La magnitud de ese problema variará probablemente dependiendo del tipo de planta y de la profundidad de instalación.

Para huertos de árboles existentes se han utilizado de tres a cinco mangueras por hilera de árboles, dependiendo de la separación entre hileras.

Para separaciones entre hileras de corta distancia, puede ser ventajoso colocar tan solo una manguera en la mitad entre dos hileras de plantas. Esta es una práctica común en viñedos en el área de Lodi, California. La posición media abastece a ambas hileras de plantas y al mismo tiempo queda fuera del tráfico de las ruedas. La instalación en esa posición permite también la inyección de mangueras con un daño

mínimo de raíces. Una enorme ventaja de la posición central es que cada año uno puede correr un vástago subsuperficial a ambos lados de la manguera enterrada y podar cualquier raíz de manera tal que no haya contracción de la manguera. Por otra parte, si se usa solamente una manguera y esta se entierra en la mitad del camino entre hileras, debe haber suficiente precipitación para lixiviar las sales del suelo, ya que estas tenderán a acumularse cerca a las plantas. Si las cosechadoras de uvas u otro equipo tienen llantas de tractor que viajen en una trayectoria específica entre plantas, la manguera debería instalarse a un lado de esa trayectoria de las llantas, en lugar de hacerlo directamente bajo ella.

El tener la cinta en la mitad del camino entre hileras abre también algunas posibilidades interesantes para el Secado Parcial de Raíces (SPR). Hay varias estrategias para el SPR, aunque el concepto básico es humedecer solo la mitad de la zona de raíces de una planta en una rotación de 7 a 10 días. Con una manguera localizada en la mitad del camino entre dos hileras se puede humedecer la mitad de la zona de raíces de cada una de las 2 hileras de vid de la siguiente manera: se operan al tiempo las mangueras en forma alterna (una sí, otra no) y así se riega solamente la mitad de la zona de raíces de cada planta; de ahí el concepto de el SPR. Si se usan dos múltiples (para que cada uno abastezca una manguera si y la otra no), resulta simple regar los caminos entre hileras en forma alterna en rotaciones de 7 a 10 días. Las ventajas que pueden desprenderse de esta práctica incluyen una reducción en ET y una mejora de la calidad de la uva. Algunos productores han informado sobre beneficios similares en pistachos. Conviene señalar, sin embargo, que si se operan tan solo la mitad de los emisores al mismo tiempo (en comparación con un diseño regular, en el cual todos los emisores operan a la vez), se puede requerir entonces el doble de los emisores para evitar riego en déficit. Aunque la ET pueda ser reducida, tal reducción probablemente no sería del orden del 50%.

En un huerto de árboles con una separación entre hileras de término medio (del orden de 5 m o 16 pies), es posible que la instalación óptima sea aquella con una manguera sobre la superficie del terreno e inmediatamente próxima al tronco de los árboles. Esta disposición será usada para el establecimiento de los árboles. Otra manguera podría ser enterrada en la mitad del camino entre hileras. Tanto durante la cosecha, como durante el tiempo en que sea frecuente el requerimiento de tráfico de tractor y de equipos a través del huerto, solamente debiera ser operada la manguera central enterrada para mantener seca la superficie del suelo.

Puede ocurrir daño severo de raíces si las mangueras se inyectan cerca a los árboles o vides adultos. Para la instalación de las mangueras deben usarse en ocasiones vástagos vibratorios, ya que estos pueden “rajar” el terreno más fácilmente a través de las raíces que los vástagos simples no vibratorios.



Figura 56. Raíces extraídas del suelo durante la inyección de mangueras en un huerto de pistacho existente.

### **Profundidad de Instalación**

Las profundidades a las cuales son enterradas las mangueras varían entre 20 cm y 60 cm (8" y 24"); sin embargo, la mayoría de las mangueras son enterradas entre 30 cm y 45 cm (12" y 18"). La profundidad óptima se desconoce y muy probablemente el paso del tiempo dirá cual es la mejor profundidad. Lo más seguro, es que no habrá una mejor profundidad única. La profundidad óptima dependerá de:

1. El movimiento vertical del agua.
2. La probabilidad de tener tráfico de tractor o de ruedas de cosechadora que cruce sobre las mangueras. Una mayor profundidad de instalación ayudará a proteger las mangueras.
3. El patrón de desarrollo de las raíces de un tipo de árbol o de vid en particular. Por ejemplo, cierta profundidad puede ayudar a que las raíces de algunos tipos árboles presionen las mangueras, cosa que puede no ocurrir con otros árboles.

Las profundidades grandes de instalación pueden conducir a una elevada carga de suelo sobre las mangueras. Además, los patrones de tráfico del tractor/cosechadora pueden ser de tal naturaleza en huertos, que las ruedas pasen sobre las mangueras. Por consiguiente, se usa generalmente manguera, en lugar de "cinta" de pared delgada, la cual es usada comúnmente en sistemas de goteo en cultivos anuales. Algunos productores usan la siguiente regla empírica: "por cada 25 micras de espesor de pared de la cinta, ésta debe instalarse a una profundidad adicional de 2,5 cm". Por ejemplo, una cinta de 250 micras de espesor de pared, puede ser enterrada en forma



segura a 25 cm de profundidad. En general, sin embargo, se usa manguera regular con emisores en línea para sistemas de RGS en árboles y vides.

### **Retrosifoneamiento**

El “retrosifoneamiento” de partículas de suelo hacia los emisores al apagar el sistema, ha sido mencionado como un problema por algunos distribuidores de equipos de riego. Las siguientes recomendaciones han sido sugeridas por varios diseñadores de reconocida experiencia:

- Utilice un número adecuado de válvulas de alivio de vacío en las líneas subprincipales y en los múltiples.
- Deje un emisor sobre la superficie del terreno tanto en el extremo inicial como en el final de cada manguera. Tales emisores actúan como válvulas de aire de alivio de vacío en miniatura.
- Use un tapón final de lavado en los extremos inicial y final de cada manguera, o por grupos de 2 a 3 mangueras. Durante la ocurrencia de un vacío, un tapón final permitirá la entrada de aire a la manguera. Un problema común es que muchos de estos tapones finales de lavado no trabajan muy bien y presentan fugas después de unos pocos meses de operación.
- Seleccione un emisor con algún tipo de cobertura en su salida.

Si se usan tapones finales de lavado, estos deben localizarse de manera tal que no caiga suciedad dentro de ellos y que luego sea vaciada dentro de la manguera. Por esta razón, no se recomienda en general el uso de válvulas simples de retención que sean colocadas verticalmente.

Además, deben seguirse las recomendaciones estándar sobre válvulas de aire en sistemas de riego. Ver la sección sobre válvulas de aire en este libro. Algunos diseñadores creen que a menos que los emisores tengan válvulas de retención incorporadas, una diferencia de nivel a lo largo de una manguera de tan solo 60 cm es suficiente para causar problemas de “retrosifoneamiento” de suelo.

### **Hidráulica**

Se espera que los emisores que son enterrados a una profundidad del orden de 45 cm, tengan de alguna manera caudales de descarga más bajos que los que tendrían si estuvieran sobre la superficie del terreno. Como se mencionó en la Sección 2 sobre goteo en cultivos anuales, esto depende del tipo de suelo, del caudal del emisor y de la duración del riego por posición. Aunque se ha llevado a cabo alguna investigación sobre este tópico, muchos instaladores de sistemas han notado una reducción en caudal entre 5% y 10% con respecto al caudal anticipado.

### **Otras Consideraciones**

Algunos distribuidores de equipos de riego ordenan carretes con longitudes de manguera que se ajustan a la medida de las longitudes de las hileras de árboles/vides. Al hacer esto, evitan la necesidad de parar el equipo de inyección y de conectar acoplamientos en la mitad del campo.

Por otra parte, si el vástago de instalación de manguera se localiza en el borde de la barra porta herramientas del tractor, puede ser necesario tener otro vástago en el extremo opuesto de la barra porta herramienta para que actúe como un contra peso. Por consiguiente, algunos instaladores colocan dos mangueras con dos vástagos en caminos entre hileras alternos para reducir los costos de instalación.