

CAPÍTULO 14

CONSIDERACIONES SOBRE DISEÑO Y MANEJO

Reducción de Problemas de Intrusión de Raíces

Nota: Toda aplicación de productos químicos debe ajustarse a las regulaciones locales, estatales y federales. Las notas que siguen deben tomarse como observaciones.

1. **La mayoría de los productores experimentados creen que la intrusión de raíces será minimizada o prevenida completamente si los riegos son frecuentes y se evita déficit en el riego.**
2. Las raíces tienden a seguir la junta de la cinta de goteo y luego obstruyen los orificios si estos están localizados a lo largo de la junta. Las cintas más antiguas tenían ranuras de descarga a lo largo de la junta, lo cual aparentemente acrecentaba la intrusión de raíces.
3. Las cintas de goteo con orificios de salida redondos, localizados fuera de la junta, también han tenido problemas de intrusión de raíces. Algunos diseños nuevos de cinta utilizan una salida de “abertura”, la cual se cierra cuando se suspende el suministro de agua. Los agricultores creen que hay reducciones significativas de intrusión de raíces si la cinta tiene el diseño de abertura.
4. La prevención semanal se logra con frecuencia bajando el pH del agua a 1,5 o 2,0 una vez por semana, mientras el cultivo esté con vida y en la tierra. Los productores han informado tener éxito al utilizar una aplicación de urea-sulfúrico de media hora de duración en bloques de 6 hectáreas (*15 acres*).

Nota #1: Esto se hace en lotes pequeños con hortalizas. En lotes grandes puede no trabajar tan bien porque puede requerirse una duración mayor que media hora. Por ejemplo, el tiempo necesario para que un producto químico viaje a través de una cinta típica de longitud aproximada de 183 m (*alrededor de 600 pies*) es cerca de una hora para cintas de bajo caudal, y de cerca de media hora para cintas de caudal elevado. Además, algunos cultivos pueden no requerir nitrógeno suministrado en forma de urea-sulfúrico.

Nota #2: La inyección de ácido constituye un daño potencial para las plantas si el pH del suelo decrece excesivamente. El pH del suelo alrededor de las raíces de las plantas debiera ser siempre monitoreado para evitar daños eventuales al cultivo. Los suelos con una alta capacidad de amortiguación (es decir, con un elevado porcentaje de cal libre) pueden requerir décadas o centurias de inyección de ácido antes de que el pH del suelo sea modificado substancialmente, mientras que en algunos

suelos arenosos se puede cambiar el pH rápidamente si el pH del agua de riego se baja frecuentemente. Un pH bajo del suelo puede causar toxicidad de aluminio y deficiencias de micronutrientes.

5. En algunas fincas se inyecta Vapam en cultivos de algodón en la época de defoliación, para evitar que las raíces se metan en las cintas cuando el suelo se seca.

Nota: Algunos agricultores creen que el Vapam puede causar deficiencias de fosfatos.

6. En algunas fincas se ha inyectado Treflan justo antes de la recolección del algodón para prevenir intrusión de raíces. Este producto químico debe estar etiquetado para tal inyección. En otros casos se ha intentado con sulfato de cobre, aunque en ocasiones este producto pareciera estimular el desarrollo de raíces en lugar de inhibirlo.
7. Se ha usado Supercloración para eliminar la intrusión de raíces en dosis de 400 ppm, con pH de 6 a 6,5, durante un período de tiempo lo suficientemente largo como para llenar las cintas.

Nota: Esto no se hace mientras las plantas estén vivas; puede exterminarlas.

8. La intrusión de raíces parece ser rara, o no presentarse, con el uso frecuente de fertilizantes acidificados.
9. Los siguientes son algunos cultivos señalados por presentar posiblemente más problemas de intrusión de raíces que otros: (a) apio, (b) espárrago y (c) patata dulce. Resulta difícil saber si los problemas provienen de sequía ocasional, de falta de fertilizantes acidificados, o debido a la instalación poco profunda de las cintas. La instalación de las cintas a poca profundidad (entre 5 cm y 7,5 cm), puede incrementar los problemas de intrusión de raíces con respecto a profundidades mayores (entre 15 cm y 25 cm).
10. Una vez que las raíces han obstruido las salidas de las cintas o de las mangueras, no hay forma de limpiar los orificios. Los productores deben reemplazar las líneas.

Prevención del Retro-sifoneamiento hacia los Emisores

El “retro-sifoneamiento” del suelo hacia los emisores ocurre cuando se apaga un sistema de RGS y se forma un vacío en la manguera. Esto ocasiona que el agua del suelo junto con partículas del mismo en la proximidad del emisor, presenten reflujos hacia el mismo. El retro-sifoneamiento del suelo se detecta con frecuencia al observar emisores obstruidos en el tramo inicial de las mangueras o cintas enterradas. Cuando esto ocurre en emisores y cintas de trayectorias tortuosas, es típico encontrar suelo obstruyendo los emisores hasta una posición cercana a un tercio de la longitud de las líneas. Las siguientes anotaciones son pertinentes a este problema:

1. Se deben instalar válvulas de aire (alivio de vacío) aguas abajo de todas las válvulas de cierre.
2. Es ideal instalar válvulas de aire (alivio de vacío) en o cerca a todos los puntos altos en múltiples (tanto múltiples de abastecimiento como de lavado). En la práctica, esto es con frecuencia imposible porque si se usan múltiples pequeños podría haber muchas válvulas de aire en medio del lote (ver el siguiente comentario).
3. Las válvulas de aire (alivio de vacío) pueden ser buenos blancos para los tractores, por consiguiente, en algunos diseños se consolidan en una localización para servir varios bloques, las válvulas de control y de alivio de vacío.
4. Las válvulas de aire deben instalarse de tal manera que no se conviertan en fuentes de contaminantes para el sistema de goteo. Muchas válvulas de aire abren si el sistema no está operando, con lo cual permiten que caiga suciedad dentro de las tuberías. Las soluciones incluyen:
 - Instalaciones suficientemente elevadas para prevenir que las partículas de suelo entren a los múltiples.
 - Posicionamiento horizontal (en lugar de vertical) para algunos tipos de válvulas de alivio de vacío. En particular, esto tiene que ver con el uso común por parte de algunos diseñadores de varias válvulas de retención para alivio de vacío. Esas válvulas de retención han sido instaladas típicamente en posición vertical. Algunos productores usan válvulas de retención activadas por resorte como puertos de doble fin, alivio de vacío e inyección de fertilizantes, y en ellas la misma precaución es aplicable.
5. En algunos diseños de cinta los orificios de salida están cubiertos con una aleta para reducir el problema.
6. En Hawaii, en terrenos con pendientes elevadas, algunos sistemas tienen muchas válvulas de aire instaladas a lo largo de los múltiples para eliminar los vacíos en forma rápida.
7. En terrenos con pendiente pronunciada (cintas que van pendiente abajo desde el múltiple), una vez se apaga el sistema las cintas colapsan rápidamente a la entrada, aún si hay numerosas válvulas de aire en los múltiples. Al momento de esta publicación no se había determinado qué combinación de caudal, longitud y pendiente de manguera causa el problema. Una pendiente “fuerte” puede ser tan baja como 0,5% si la cinta es muy larga. Esto se debe a que en el extremo aguas abajo de una cinta larga con pendiente fuerte hay suficiente presión, aún al apagar el sistema, para tener caudales relativamente altos. Cuando se suspende el agua en la fuente de abastecimiento, hay aún una demanda de caudal alta en la cinta y ésta colapsa en la entrada. Este colapso es acompañado de retro-sifoneamiento del suelo hacia la cinta.

La Figura 47 ilustra una conexión enterrada de múltiple/cinta de “primera clase”, la cual en realidad puede ser indeseable si la cinta va con pendiente fuerte hacia abajo. Al momento de suspensión del agua, cuando la presión de entrada a la manguera es cero, una cinta larga típica con pendiente hacia abajo puede tener

una demanda aguas abajo (generada por diferencia de elevación), la cual crea una velocidad de entrada de más de 0,15 m/s (*cerca de 0,5 pies/s*). Aunque el múltiple esté lleno de agua y tenga numerosas válvulas de aire, el tubo lleno de agua entre la válvulas y la cinta actúa justo como un tubo en U bajo un lavamanos; previene que el aire pase del múltiple a la cinta. Solamente puede pasar aire del múltiple a la cinta si hay un vacío significativo en el tubo en U. La cinta no puede soportar un vacío sin colapsar. En consecuencia, se crea un vacío en la cinta, ésta se aplana y el suelo sifonea hacia las salidas de la cinta (quizás no en esa secuencia). La Figura 47 muestra también un múltiple superficial, desde el cual es liberado el vacío fácilmente porque no hay un tramo curvo lleno de agua que deba ser vaciado. La configuración superficial puede ser la mejor para terrenos con pendiente.

8. Con base en la discusión anterior, en terrenos con pendiente puede requerirse que las longitudes de las mangueras sean relativamente cortas para evitar presiones elevadas en los extremos aguas abajo, aunque las presiones a la entrada de las mangueras sean cero. Esto quiere decir que aunque los resultados que muestre un programa de hidráulica de mangueras para goteo, indiquen que son posibles los recorridos largos en cintas de gran diámetro, se deben tomar precauciones con los recorridos de gran longitud, debido a la creación de vacíos en el momento de suspensión del agua.

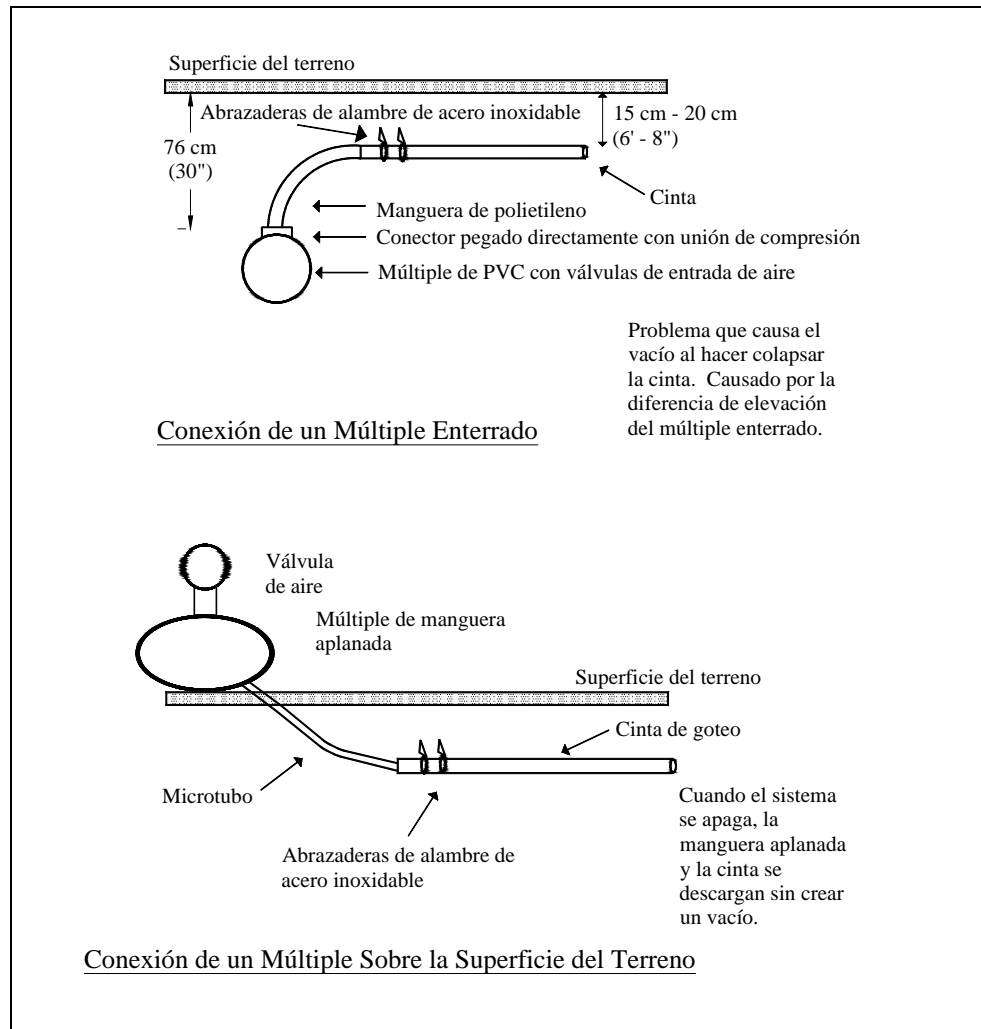


Figura 47. Efecto de la colocación de múltiples en terrenos con pendiente, sobre el retrofusión. Se requiere más investigación para definir configuraciones apropiadas.

Equipo de Instalación/Extracción de Cintas

(Contribución de Matt Andros de Andros Engineering, Santa Margarita, California).

Se requiere un tractor con una barra porta herramientas apropiada, en la cual pueda montarse un vástago de inyección y un porta carrete. La herramienta de vástago es una cuchilla de acero o vástago con un tubo para instalación u otro tipo de sostén fijado a la parte trasera. Hablando en términos generales, todos los dispositivos de inyección deben permitir que la cinta se desplace dentro del suelo a través de algún tipo de guía, libre de salientes agudas, de obstrucciones y de muescas o rebabas. Para la mayoría de tipos de cinta la herramienta de inyección debe también orientar la cinta en forma tal que se optimice el funcionamiento de la misma y se minimicen los problemas asociados con la deposición de sedimentos alrededor de los orificios de los

emisores. En la mayoría de los casos, esto significa colocar la cinta con la parte plana hacia abajo y con los emisores hacia arriba.

A continuación se presenta una discusión sobre los componentes de los equipos comúnmente usados en inyección/extracción de cintas y sobre los aspectos fundamentales del proceso:

1. **Tipos de Vástagos de Inyección.** Las siguientes son descripciones generales sobre los tipos de vástagos de inyección corrientemente utilizados en instalaciones de sistemas de riego por goteo en cultivos en hileras:

- a. **Tipo de Tubo.** El estilo de inyector más ampliamente utilizado consiste en un tubo redondo o un tubo curvado a 90°, fijado a la parte trasera de un vástago herramienta. Se usa generalmente para colocar cinta a profundidades de 10 cm a 30 cm. Esto es apropiado para camas preparadas marginalmente. Cuando se usa junto con un conformador de camas y/o en suelos pesados húmedos, puede crearse un túnel o “hueco topo” alrededor de la línea de la cinta, la cual impide que haya buena acción capilar entre la cinta y el suelo que está alrededor. Este diseño es muy conveniente para empalme “sobre el terreno”, puesto que los empalmes hechos por compresión o ligados con alambre pueden pasar a través del tubo de inyección y dentro de la cama.

Este estilo de vástago es fácil de fabricar; por consiguiente, es popular entre usuarios quienes deseen reducir costos de instalación al construir sus propios inyectores. Un buen diseño se ajustará a los siguientes criterios:

- i. El tubo curvado debe tener una curvatura de 30 cm de radio mínimo.
 - ii. La junta soldada del tubo debe estar en la parte exterior del radio de curvatura del tubo.
 - iii. Se debe usar el diámetro de tubo más pequeño que sea posible (31,75 mm o 1¼ “ - SCH 40).
 - iv. Un embudo o campana (preferiblemente de plástico) debe dirigir la cinta dentro del tubo.
 - v. El fondo del tubo debe estar a la misma profundidad de la punta del vástago al cual se fija. Si se fija el fondo del tubo un poco más arriba sobre el vástago, se incrementará la vida del tubo debido a la disminución del desgaste, pero hará que la cinta fluctúe en profundidad y se tuerza en el surco hecho por el vástago.
- b. **Labrado.** Las zapatas de inyector labrado se usan generalmente cuando la cinta del fabricante o las prácticas culturales del usuario requieren una aplicación de inyección única. Un ejemplo sería la cinta que debe orientarse de borde, como fue el caso de algunos tipos de cinta. Kennco Mfg. de Ruskin, Florida, fabrica una zapata de inyector labrado, la cual se diseñó originalmente para uso en cintas con emisores en el borde. Estas zapatas han ganado gran aceptación sobre otros estilos de cinta, debido a su diseño simple y a la colocación precisa de la cinta a poca profundidad. El rango de profundidad de inyección va de 0 a 5 cm.

- c. Guía de Rodillo Los inyectores con guía de rodillo se usan primariamente con cintas de pared delgada (101,6 a 203,2 micras), con las cuales hay problemas al estirar la cinta mientras se inyecta. Un inyector con guía de rodillo consta de una o más poleas tensoras de rollos dentro de una caja, la(s) cual(es) puede(n) ser montada(s) en la barra porta herramientas. La cinta pasa por debajo de los rollos guía y se coloca a una profundidad de 0 a 5 cm. Las pérdidas mínimas por fricción permiten una alta velocidad de inyección de la cinta de pared delgada, con poco estiramiento. La tensión del carrete y el alineamiento del inyector son de extrema importancia en estos inyectores puesto que la cinta puede rasgarse, estirarse o reventarse si se desliza fuera de los rollos.

El uso de equipo conformador de camas se requiere generalmente si la cinta va enterrada. La configuración relativamente ancha de la caja del rodillo no permite que caiga mucho suelo detrás del inyector, dejando expuesta la cinta y una cama surcada profundamente.

- d. Combinación Un vástago de combinación integra las características de los diseños previamente descritos en un intento de minimizar los limitantes inherentes a cada diseño individual. Un ejemplo de este tipo de vástago es el vástago de inyección universal fabricado por Andros Engineering, Santa Margarita, California. Este vástago usa guía plástica semicircular en el pie de la zapata del inyector. La reducción de la fricción en el deslizamiento de la guía plástica permite que se pueda usar un amplio rango de espesor de cinta a altas velocidades sin que se presenten problemas de estiramientos o torceduras asociadas con los inyectores tipo tubo, o que se presenten problemas de desalineamiento asociados con los inyectores de estilo rodillo. Este vástago tiene un rango de profundidad de inyección efectiva de 0 a 36 cm aproximadamente.

2. **Porta Carretes.** Los porta carretes suministran cinta desde el carrete de cartón del fabricante al vástago del inyector. Cualquier diseño de carrete debe tener como objetivos minimizar la fuerza de arrastre a medida que la cinta se desenrolla y mantener el carrete alineado con respecto al vástago inyector.

Los métodos para garantizar el logro de estos objetivos incluyen:

- a. Integración del diseño del porta carrete dentro del vástago de inyección. Esto asegura un alineamiento apropiado del carrete con respecto al vástago en todo momento.
- b. Proveer un eje giratorio para el carrete. El girar el carrete sobre un eje fijo destruirá rápidamente el acero de calibre liviano o la parte central del carrete plástico, con lo cual se requerirá más tensión para arrastrar la cinta fuera del carrete, situación que conduce a un estiramiento de la cinta.
- c. Idealmente el eje debe girar dentro de bloques de cojinetes y se debe proporcionar una tensión liviana para prevenir el giro libre en los extremos.
- d. Un juego de discos de apoyo debe ser colocado en cualquier lado del carrete de cartón para apoyar los lados.

3. Prácticas de Inyección

- a. Cualquier práctica que asegure una profundidad precisa del vástago y un alineamiento del carrete merece ser estimulada. Algunos ejemplos incluyen:
 - i. Uso de una barra porta herramienta diseñada para vástagos de inyección, con abrazaderas fijadas rígidamente a la barra.
 - ii. Colocación del porta carrete directamente sobre el vástago inyector.
 - b. La colocación del equipo de inyección a lo largo de los dos ejes de la cama es de especial importancia cuando la cinta se va a usar durante varias cosechas y, eventualmente, por varios años. La pérdida de este alineamiento decrecerá la eficiencia del sistema y puede conducir a que el equipo de labranza cause daño.
 - c. Es importante el acondicionamiento apropiado de la cama antes de que la cinta sea inyectada. Se debe verificar la altura relativa entre camas, especialmente en aquellas camas que han sido alistadas pero que no se han conformado definitivamente. Como ejemplo, las hileras externas en un sistema de siembra en cuatro hileras pueden ser “más cortas” que las dos hileras internas. Puede ser necesario un ajuste de los vástagos de inyección para compensar este tipo de desigualdades. Esto es de particular importancia cuando se va a hacer una conformación final de las camas luego de que la cinta ha sido inyectada.
 - d. Cuando se inyecta cinta en camas que pueden tener mucha basura leñoso o residuos de cosechas anteriores, ejemplo algodón o pimentero, es buena práctica colocar una gran reja de arado delante de cada vástago. La reja de arado cortará la basura dura y prevendrá que se amontone alrededor del inyector.
 - e. Siempre que sea posible, debe conformarse la cama definitivamente mientras se inyecta la cinta para asegurar una colocación precisa de la cinta. Una forma simple y costo-efectiva de hacer esto, es montar los inyectores sobre un equipo existente de conformación de camas. Esto ahorra un pase en todo el campo y logra mejores resultados que conformar e inyectar en pases separados. Los productores de fresa han venido haciendo esto durante varios años con buenos resultados. Muchos corren el vástago inyector directamente a través del tope de la cazuela de compresión del equipo de conformación de las camas.
 - f. Para productores de hortalizas que utilicen película plástica, la cobertura de la superficie del suelo es una selección de manejo natural para tratar de combinar la conformación de la cama, la colocación de la película plástica y la colocación de la cinta, en una sola operación.
4. **Remoción de la Cinta.** Eventualmente toda la cinta subsuperficial debe removerse. Un punto clave para recordar es que el proceso de remoción se afecta enormemente por el proceso de inyección precedente. Un buen trabajo de instalación de la cinta reducirá en forma substancial la cantidad de tiempo y esfuerzo requeridos para extraerla.
- a. Cuando sea posible rastille el cultivo después de la cosecha y abandone el lote por unos pocos días. Esto permite que los residuos subsuperficiales

empiecen a descomponerse y que se diseque la basura superficial.

Inmediatamente antes de la remoción de la cinta, prenda el suministro de agua por unas pocas horas para suavizar el suelo alrededor de la línea de la cinta. La parte de la cama que queda arriba de la línea de la cinta puede entonces ser abierta utilizando un implemento apropiado tal como un surcador o un zanjador de tipo disco; así la cinta puede ser arrastrada hacia arriba a través del suelo restante. La cinta que aún esté orientada con precisión en la cama será más fácil de remover puesto que las herramientas pueden colocarse muy cerca a la línea de la cinta sin que esta se dañe.

- b. Cuando la profundidad de la cinta y su localización varíen con respecto a la localización de la cama, puede ser aconsejable socavar la línea de la cinta con un arado sembrador o con un cortador de raíces. Esto hará que la cinta se acerque más a la superficie y se minimice el daño debido a la profundidad variable.
 - c. Un proceso típico de remoción de cinta incluiría:
 - i. Guadañar el cultivo y permitir que los residuos se descompongan y disequen.
 - ii. Abrir pequeños surcos intermedios con un arado sembrador o con un surcador a una profundidad entre 5 cm y 7,5 cm aproximadamente, por encima de la cinta.
 - iii. Agriete la cama con un juego de picos o cinceles, a una profundidad entre 7,5 cm y 13 cm por debajo de la superficie del suelo y a 15 cm a cualquier lado de la línea de la cinta.
 - iv. Jale la cinta a través del suelo restante.
5. **Remoción de Cintas Asistida Mecánicamente.** Las máquinas diseñadas para prestar asistencia en la remoción de cinta subsuperficial son fabricadas en la actualidad por Arizona Drip System, Coolidge, AZ, por Andros Engineering, Santa Margarita, CA y otros. Ambas máquinas manipulan la cama con una variedad de herramientas de engranaje a nivel de la superficie del suelo y luego enrollan mecánicamente la cinta en un carrete desarmable. Los carretes de cinta recuperada se colocan al final de las hileras para su disposición. Cada máquina requiere un operador de tractor y un segundo operario para la máquina de recuperación.
- a. Jalar mecánicamente las cintas puede reducir los costos de remoción de las mismas hasta en un 70%, en comparación con muchos de los métodos manuales empleados en la actualidad. La compra de una máquina comienza a ser costo-efectiva cuando se remueve cinta de más de 40,5 hectáreas por año. Ambas compañías también rentan máquinas o las alquilan con opción de compra para uso en superficies más pequeñas.
 - b. Los costos de disposición de las cintas removidas varían significativamente dependiendo de las restricciones locales. En la región costera central de California los costos oscilan entre \$3 y \$100 dólares por tonelada. La cinta removida que se enrolla en forma compacta es de disposición más barata puesto que algunos rellenos sanitarios cobran por volumen en lugar de cobrar

por peso. Algunos fabricantes en la actualidad están reciclando la cinta usada.

Adicionalmente, hay una amplia variedad de equipo para la recuperación de cinta superficial.

Orientación de la Cinta

1. Virtualmente cada usuario emplea por lo menos una cinta por cama. Para cebolla, puede haber 3 cintas/cama. En el sur de Arizona, en una instalación gigantesca y sin éxito de un sistema de RGS, la cinta fue instalada entre cada dos hileras de plantas. Uno de los resultados obtenidos fue que las sales se concentraron en el centro y las plantas murieron. Esta separación amplia en sistemas de RGS recientemente ha sido repetida en gran escala en algunas áreas cerca a Los Banos, California. Las cintas se instalan entre 20 cm y 30 cm de profundidad y con separación entre cintas de 2 m. Esto permite una cama de melón o dos camas de algodón por cinta. Allí se observa que áreas grandes de suelo nunca reciben agua de los sistemas de RGS y en ellas se pueden acumular sales. En general, los agricultores en esa área tienden a usar aspersión antes de la jornada de riego, así como también una lámina de lluvia del orden de 300 mm. En regiones como en Arizona podrían eliminarse los problemas de sales por medio de la combinación de aspersión y lluvia.
2. La mayoría de la gente instala la cinta con los orificios hacia arriba. En esta forma cualquier limo se sedimentará en el fondo de la cinta (al suspender el suministro de agua) donde no hay orificios, reduciéndose así el potencial de obstrucción.
3. En suelos muy arenosos, una cinta por cama de 1,5 m no es suficiente para una germinación apropiada con una lámina de agua razonablemente pequeña. En Florida, en arenas coralinas gruesas, se emplean dos cintas por cama de tomate en algunas áreas.

Profundidad de Colocación de la Cinta

1. Casi todos los productores de hortalizas y en general de cultivos anuales en California y Arizona, quienes usan sistemas de RGS, colocan la cinta entre 10 cm y 30 cm por debajo de la superficie de la cama. En California, los cultivadores de fresa cuyos suelos son en general arenosos, colocan la cinta cerca a la superficie del suelo. También en California los cultivadores de fresa desechan las cintas después de cada año o dos de uso.
2. En Florida, los productores tienen suelos arenosos y compactos y colocan la cinta sobre la superficie del suelo. Las camas se sostienen en su lugar por medio de plástico y tanto la cinta como el plástico son arrancados después de cada año de uso. En el mismo Estado, tanto la instalación de cinta, como de plástico de cobertura y la fumigación, se hacen todas con un solo pase de equipo. Allí las

- camas se construyen deliberadamente más altas que en el oeste de los Estados Unidos, debido a las lluvias excesivas. Típicamente las lluvias no son utilizadas para los requerimientos de riego puesto que son impredecibles y excesivas. Los surcos profundos permiten una rápida remoción del agua en exceso.
3. La cinta superficial de fácil recuperación utilizada en lechuga, brócoli y cultivos similares, es cubierta con frecuencia aunque escasamente por el suelo. Algunos productores ajustan el vástago de instalación de tal manera que solo comprima la parte superficial del suelo en unos pocos centímetros. El suelo suelto que está alrededor de la cinta cae entonces sobre la cinta y la sostiene en su lugar. Otros agricultores en forma deliberada colocan grandes cantidades de suelo sobre la cinta en varios puntos a lo largo de su recorrido (una práctica llamada algunas veces "sutura"). Otros productores utilizan múltiples enterrados en ambos extremos del recorrido y estiran la cinta entre los dos múltiples; en esta forma mantienen la cinta en su lugar cuando soplan los vientos.
 4. La profundidad óptima a la cual se entierra la cinta varía con el cultivo. Por ejemplo algunos cultivos (melón, tomate y pimentero campana) pueden desarrollar problemas de moho si la superficie del suelo permanece húmeda. Otros cultivos (apio por ejemplo) parecen comportarse mejor con la superficie del suelo húmeda. La profundidad de instalación de una cinta permanente puede ser "variada" cambiando el ancho de la cama. La cama puede ser aplanada para que la superficie del suelo quede cerca de la cinta para un cultivo, en tanto que para otro el ancho del surco puede incrementarse (por donde van las llantas del tractor) y la cama puede ser construida con mayor altura.
 5. Las grandes profundidades de instalación (46 cm a 61 cm) por debajo del nivel promedio de la superficie del terreno, usadas durante algunos años en proyectos de investigación publicados, no han sido adoptadas en ningún grado de importancia por los productores comerciales de cultivos anuales hasta el momento de esta publicación. Tal colocación profunda de la cinta puede representar tan solo el 1% de todos los sistemas de RGS comerciales en los Estados Unidos.
 6. Hay sin embargo, una "profundidad crítica" de colocación de la cinta, por debajo de la cual es casi imposible hacer que el agua se desplace hacia la superficie.
 7. Aplicar el riego por pulsaciones en un sistema, proporcionará más desplazamiento vertical del agua que si con el mismo sistema se aplica el riego en forma continua, con el mismo tiempo total de aplicación. Las pulsaciones ideales son por cerca de 45 minutos con el sistema encendido y luego apagado por 45 minutos. Esta pulsación rápida es difícil de acometer, a menos que las válvulas del bloque sean automáticas.
 8. Sin duda alguna, los sistemas de RGS padecen problemas de aplicación no uniforme del agua a través de todo el lote cuando los suelos varían. Como es sabido, es normal que los suelos casi siempre varíen a través de todo un lote. Esto significa que algunas áreas de un lote pueden tener superficies de suelo húmedas, en tanto que en otras áreas la superficie del suelo estará seca. No existe una profundidad ideal del emisor para una textura y estructura de suelo dadas. Solo por esta razón, muchos agricultores se han cambiado a goteo

superficial para cultivos anuales. Los patrones de distribución del agua tienden a ser bastante uniformes bajo goteo superficial.

Separación entre Orificios

1. En la Costa Central de California la mayoría de los productores usan separación entre emisores entre 20 cm y 41 cm (8" a 16"), para colocación poco profunda de la cinta. Aún con estas separaciones cercanas puede ser importante ajustar la separación al tipo de suelo. Las separaciones más cercanas entre los orificios pueden resultar en patrones de humedecimiento del suelo más continuos.
2. La separación entre orificios más común en California es 30 cm (12"). La separación de 46 cm (18") resulta con frecuencia muy grande.
3. Algunos productores usan una separación de 46 cm (18") en cintas de flujo medio (patrones de emisor de flujo alto) tal como 1,5 LPM/30 m (0,4 GPM/100'), a una profundidad de instalación de 15 cm a 25 cm (6" a 10"), en sistemas de RGS en suelos francos o franco arenosos. Sin embargo, parece ser que para poder usar esta separación tan amplia, se debe hacer todo lo que a continuación se indica:
 - a. Subir la presión desde la normal de 69 kPa (10 psi) hasta 138 kPa (20 psi), durante la germinación. Esto eleva el caudal y proporciona un movimiento más amplio del agua en el suelo tanto hacia arriba como lateralmente.
 - b. Aplicar agua a la superficie del suelo hasta que quede completamente húmeda. En efecto, el agua realmente quedará depositada en los surcos.
 - c. Usar cinta de goteo de pared gruesa (cerca de 381 micras) para poder manejar las presiones elevadas sin daño de la cinta.

Trayectoria de Flujo Bajo vs. Flujo Medio vs. Flujo Alto

Los flujos bajo, medio y alto se refieren a tres clases de cintas que entregan cerca de 0,9 LPM/30 m, 1,3 GPM/30 m y 1,9 LPM/30 m (0,25, 0,35 y 0,5 GPM/100'), respectivamente, con separación en las cintas de 30 cm (12"). La tasa de emisión real por longitud depende del tipo de trayectoria (baja, media, alta) y de la separación entre emisores. Por ejemplo, el uso de emisores de trayectoria de flujo alta con una separación de 61 cm (24") requiere un flujo por longitud, equivalente al que se obtiene usando emisores de trayectoria de flujo baja con separación de 30 cm (12").

1. La ventaja primaria de salidas de flujo bajo es el poder usar grandes longitudes de cinta.
2. Las desventajas primarias con salidas de caudal bajo son:
 - Su mayor sensibilidad a la obstrucción (orificios más pequeños)
 - Movimiento lateral inadecuado de la humedad del suelo en algunos tipos de suelo.

La tendencia entre los productores experimentados parece ser hacia los caudales altos por unidad de longitud de cinta. Quizá debe revisarse la historia del riego por goteo en huertos de árboles y en viñedos. Muchos de los primeros sistemas de goteo en

cultivos permanentes (aquellos que datan de los últimos años de la década de 1970) utilizaron largos recorridos de manguera con bajos caudales por emisor (2,6 LPH o 0,7 GPH). En los anteriores cinco años se ha presentado un cambio importante hacia el uso de emisores de mayor caudal (7,6 LPH o 2 GPH) y de microrociadores de caudal mayor que 26 LPH (7 GPM), con diámetros de manguera mayores y longitudes de manguera más cortas.

Hay algunas diferencias importantes entre goteo en cultivos permanentes y goteo con cinta en cultivos anuales. Ellas son:

1. El volumen de agua que se descarga a través de una salida de goteo con cinta en cultivos anuales en un año, es generalmente menor que la descargada por un emisor en una vid o en un árbol. Esto reduce la oportunidad de obstrucción ya que ésta se ve reducida por el menor número de horas/año de goteo.
2. Los regadores por goteo con cinta en cultivos anuales parecen estar más enterados de la prevención de obstrucción (a través de diseños de lavado y de inyección de químicos) que muchos regadores por goteo en cultivos permanentes.
3. Muchos sistemas de goteo en cultivos anuales han sido instalados asumiendo que la cinta solamente dura entre 5 y 8 años, en comparación con la vida útil más prolongada de las mangueras usadas en huertos de árboles y en viñedos.

No obstante, como recomendación general se señala que es probablemente mejor usar trayectorias de flujo alto en cintas.

Espesor de la Pared de la Cinta

1. Las cintas de espesor de pared muy delgada (menos de 101,6 micras o 4 *milésimos de pulgada*) tienen uso extensivo solamente en sistemas "desechables". Aún en estos sistemas, la tendencia parece ser a usar cintas con espesor de pared entre 203 y 254 micras (8 a 10 *milésimos de pulgada*). Los sistemas que usan cintas de 102 micras se caracterizan por:
 - a. Instalación de cinta sobre o cerca de la superficie del suelo.
 - b. Suelos arenosos sin rocas, si la cinta se entierra ligeramente.
 - c. Prácticas intensivas de fumigación del suelo, con lo cual se eliminan insectos del suelo.
 - d. Una vida útil corta (usualmente un período de cultivo).
2. El espesor de pared más popular en la actualidad para instalaciones de mayor profundidad parece estar entre 203 y 305 micras (8 y 12 *milésimos de pulgada*). Las siguientes son las ventajas:
 - a. Ocurre menos daño por insectos.
 - b. Ocurre menor daño en la instalación.
 - c. La presión del sistema puede ser elevada en algún grado (para obtener mayores caudales) con el fin de lavar la cinta, sin dañarla.

- d. Hay menos problemas de cintas reventadas debido a la creación inesperada de zonas de presiones elevadas o al desarrollo de ondas temporales de presión en exceso.
 - e. La cinta puede presurizarse lo suficiente para empujar hacia fuera el suelo que la rodea y por consiguiente minimizar los “pellizcos” en la manguera producidos por la compactación del suelo.
 - f. Los cambios en los procesos de fabricación han hecho que las resistencias de algunas cintas de espesor de pared de 254 micras (*10 milésimos de pulgada*) sean equivalentes a las de cintas más antiguas de 381 micras (*15 milésimos de pulgada*) de espesor de pared.
3. Son pocos los agricultores que prefieren aún cintas de mayor espesor (381 micras o mayor), y parece que existe una tendencia en este sentido por parte de productores experimentados. El costo que se incrementa por concepto de cintas de pared más gruesa es relativamente pequeño, comparado con la inversión total en un sistema de riego. Conviene anotar que algunas prácticas requieren cintas de pared gruesa. Tales prácticas incluyen:
- a. Los regulador es de presión de un bloque pueden cambiarse de la presión normal de 69 kPa (*10 psi*), a 138 kPa (*20 psi*), para permitir lavados de elevado caudal en algunos diseños.
 - b. Las presiones se elevan también en riegos de germinación para incrementar la velocidad del desplazamiento lateral del agua en el suelo y algunas veces para “inundarlo”.
 - c. El equipo utilizado para extraer la cinta en el campo trabaja mejor con cinta de pared gruesa.
4. Las cintas de pared gruesa tienden a tener exponentes de descarga más bajos que las cintas de pared delgada. Esto reduce la sensibilidad a las diferencias de presión y puede resultar en una mayor uniformidad de distribución del agua (UD).
5. Los problemas extraños con insectos agresivos grandes y con roedores, pueden ser reducidos; tal es el caso presentado en el predio de uno de los productores del Valle Imperial de California donde la cinta fue comida por ratones.

Materiales de la Cinta

Aunque la mayoría de las cintas parecen relativamente similares (un material negro, delgado, en un rollo grande), hay diferencias significativas entre las resinas que se usan y en las características de las cintas en respuesta a los esfuerzos. En este sentido se podrían considerar los siguientes aspectos:

1. Elongación en respuesta a tensión. ¿Cuánto se estira la cinta cuando se jala?
2. Tensión de ruptura. ¿Cuánta tensión puede resistir la cinta antes de romperse?
Esta es una consideración importante antes de la recuperación de la cinta.
3. Cambio del caudal después del estiramiento. ¿Permanece constante el caudal, se incrementa o decrece, y en cuanto?

Con el propósito de contestar algunas de estas preguntas el ITRC sometió a pruebas en 1994 algunas de las cintas más populares. La primera prueba fue una evaluación de las características de elongación. Típicamente, la mayoría de las cintas se estiran entre 20% y 50%. En algún punto la cinta alcanza su límite elástico y comienza a deformarse en forma irrecuperable; la cinta entonces llegará a la ruptura. En la Tabla 43 se muestran las características de tres cintas diferentes y una de ellas con diferente espesor de pared. Se debe hacer énfasis en el hecho de que los materiales de las cintas se cambian continuamente. Un fabricante puede tener una cinta con un juego de características este año, y con características completamente diferentes en el año siguiente.

Los resultados indican que hay una gran variación en el funcionamiento de diferentes cintas. Las características de desempeño que son favorables para un productor pueden no ser deseables para otro. Una cinta que se estire fácilmente cuando se instale puede ser deseable para reducir rupturas y pérdidas de tiempo. Sin embargo algunos productores sienten que es más deseable tener una clara ruptura de la cinta para evitar distorsiones (y variaciones de caudal) en la cinta.

Tabla 43. Fuerza en Newtons (N) y en libras (*lb*) necesaria para afectar la cinta de goteo.

Marca de la Cinta	Espesor de la pared de la cinta		Fuerza necesaria para iniciar un estiramiento significativo		Fuerza necesaria para romper la cinta	
	micras	<i>milésimos de pulgada</i>	Newtons N	<i>libras lb</i>	Newtons N	<i>libras lb</i>
#1	203	8	160	36	169	38
#2	127	5	89	20	111	25
	203	8	142	32	267	60
	381	15	302	68	587	132
#3	203	8	200	45	320	72

Cuando se remueve cinta del terreno, es de importancia crítica que la cinta soporte suficiente tensión. Si la cinta se rompe, el tiempo que se pierde para unir la cinta será significativo. Sin embargo, si se vuelve a usar la cinta, y esta se estira (y se deforma), pero no se rompe, puede ser indeseable si se cambian las características de caudal como resultado del estiramiento.

Con el fin de investigar los cambios de caudal debidos a estiramientos, se evaluaron varias cintas de 203 micras (*8 milésimos de pulgada*) de espesor de pared, en el ITRC (ver Tabla 44). La cintas fueron evaluadas midiendo primero el caudal en 5 minutos en una sección de prueba de 30 m (*100'*) de longitud de cinta. Una segunda prueba se efectuó después de que las cintas fueron presurizadas a 207 kPa (*30 psi*) durante 1 minuto. Una tercera prueba se llevó a cabo después de que las cintas se estiraron hasta alcanzar el 120% de su longitud original, y luego se soltaron.

Tabla 44. Coeficientes de variación (cv) de caudal en tres clases de cintas populares de 203,2 micras (8 milésimos de pulgada) de espesor de pared.

Marca de la Cinta	Descripción	Con Presión de Control	Con Presión de 206,83 kPa (30 psi)	Con Estiramiento de 120%
A	Cinta con emisores en la junta	0,20	0,40	0,15
B	Cinta con emisores en la junta	0,03	0,02	0,03
C	Cinta con emisores de plástico duro	0,02	0,02	0,02

Diseño de Emisor/Salida

Hay varios tipos de salidas comúnmente usados en goteo con cintas en cultivos anuales:

1. Diseños de cintas de doble pared o doble cámara (“Bi-wallTM”) los cuales han estado disponibles por cerca de 20 años. En estos diseños el agua pasa a través de dos orificios simples y dos cámaras. Los orificios deben ser muy pequeños con el fin de obtener un caudal bajo. Los fabricantes de este estilo de cintas tienen ahora nuevos productos con diseños mejorados, aunque el estilo antiguo aún puede encontrarse en algunas instalaciones tales como en cultivos de fresa. Sin embargo, han desaparecido casi por completo.
2. Diseños de cintas de flujo turbulento, proporcionados por la mayoría de fabricantes de cintas de goteo, con variaciones individuales. Esos son los diseños más populares y usan una trayectoria tortuosa y larga construida dentro de una sección de cinta con pared traslapada. La trayectoria de flujo interno del emisor se diseña generalmente con barbillas dirigidas en sentido contrario al flujo o perpendiculares, en un intento para causar un torbellino detrás de la barbilla a medida que el agua se mueve hacia abajo en la trayectoria. El diseño turbulento permite prevenir la sedimentación de suciedad en la trayectoria del emisor. En realidad, algunos diseños no son verdaderamente “turbulentos”, considerando que la turbulencia se define como aquella que tiene un número de Reynolds mayor que 2000. Sin embargo hay más turbulencia que en una trayectoria recta.

Las variaciones en el diseño incluyen:

- a. Longitud y diámetro del canal de regulación de flujo.
- b. Número y tamaño de los orificios de entrada (comúnmente llamados “filtros”) para permitir que el agua pase de la cámara principal de la cinta al canal de

- regulación de caudal. Los filtros diseñados en forma apropiada pueden ser muy efectivos en la prevención de obstrucción por arena, pero esos mismos filtros pueden tener un impacto negativo en sistemas con una alta cantidad de limo. Por consiguiente uno debería leer los resultados de pruebas de “obstrucción” de los nuevos productos con una visión objetiva .
- c. Diseño de orificio exterior; algunos de ellos son construidos con una faldilla o ranura para reducir el retro-sifoneamiento del suelo. Otras salidas de orificio tienen una superficie levantada rígida y gruesa para ayudar a minimizar la intrusión de raíces y daños por insectos.
 - d. Localización con respecto a la junta de la cinta. Los orificios externos que están localizados fuera de la junta tienden a tener menos problemas de intrusión de raíces.
 - e. Sensibilidad del tamaño de el pasadizo a los cambios de presión. Algunas trayectorias tienen cambios apreciables en hidráulica a medida que la presión cambia.
3. Diseños de trayectorias suaves y largas, para las cuales las trayectorias no tienen barbillas o esquinas tortuosas. Este es ahora un diseño poco común y tiene la desventaja hidráulica de poseer un exponente de descarga cercano a 1,0 (es decir, los caudales son sensibles a diferencias de presión) y una gran sensibilidad a la obstrucción.
4. Emisores regulares instalados dentro del tubo durante el proceso de fabricación. Estos diseños de emisores regulares tienen las ventajas de poseer orificios y pasadizos grandes.
- a. Los beneficios incluyen:
 - i. Menos obstrucción que con emisores de cinta de goteo.
 - ii. Variabilidades de fabricación más bajas.
 - iii. Algunos tienen elementos de compensación de presión. En algunos casos esto puede proporcionar una mejor uniformidad con recorridos largos de cinta/manguera.
 - b. Las desventajas incluyen:
 - i. Costo mayor debido al diseño de emisor más fuerte y a las paredes más gruesas de la cinta/manguera.
 - ii. Separación más amplia entre emisores (aunque algunos se encuentran ahora disponibles con separación de 30 cm).
5. Tubo poroso, en el cual las paredes gruesas del tubo son porosas y el agua “exuda” a lo largo de toda la longitud. Estos tubos, de acuerdo con las pruebas realizadas por el ITRC, tanto sobre como debajo de la superficie, tienen variaciones en descarga por metro de tubo extremadamente altas (es decir, un valor grande de coeficiente de variación de fabricación), tienen un exponente de descarga mayor que 1,0 y parecen ser altamente susceptibles a obstrucción. Además, el diámetro interno es muy pequeño, por lo cual se obtienen grandes pérdidas por fricción. Dadas estas características, la uniformidad de distribución (UD) lograda con los tubos probados por el ITRC sería muy baja.

Daño Inicial por Resquebrajamiento de la Cinta y por Insectos

1. Algunos fabricantes recomiendan que inmediatamente después de ser enterrada la cinta se ponga a circular agua para inflarla. Más aún, algunos fabricantes recomiendan que la cinta se presurice por lo menos una vez por semana para prevenir resquebrajamiento, aún fuera de los períodos de riego.
2. La cinta de pared muy delgada (102 micras) no se recomienda en general por cuanto no puede ser presurizada para impedir el resquebrajamiento por terrones.
3. Durante el llenado inicial, los terrones pueden aplastar la cinta y puede tomar hasta 24 horas de humedecimiento antes de que los terrones empiecen a ablandarse y el agua pueda pasar la obstrucción. Si el agua puede también presurizar la cinta desde el otro extremo (debido a la presencia de un múltiple común de lavado), estos problemas se minimizan si hay varios terrones sobre cada cinta.
4. En algunas fincas se aplica Vapam a través de la cinta, inmediatamente después de la instalación. Esto puede eliminar insectos del suelo tales como larvas de escarabajo. El Vapam elimina también “semillas de tomate espontáneo”. Otros químicos que se inyectan con frecuencia para eliminar insectos del suelo (y evitar que coman la cinta) son Ridamil y Diazinon. Sin embargo, el registro de químicos es el problema más limitante y la preocupación de muchos usuarios de goteo en California.

La Salinidad y el Uso de Aspersores vs. Goteo para Germinación/Transplante

La utilización de aspersores temporales en algún momento, se relaciona usualmente con el tiempo de germinación/emergencia o transplante. Hay dos preocupaciones en esta fase de crecimiento de un cultivo:

1. Las semillas o plantas individuales deben recibir agua; aún no se ha desarrollado un sistema de raíces expandido. En los moldes de transplante, una buena humedad alrededor de las plantas individuales ayuda a “apretar” el suelo alrededor de las raíces.
2. Los períodos de germinación de la semilla y emergencia son los más sensibles a las sales durante la vida de la planta y, además, hay una tendencia a que la sal se acumule cerca a la superficie del suelo en muchos sistemas de goteo enterrados.

Algunos sistemas de goteo deben utilizar aspersión durante este período. Las características del suelo tales como textura, estructura y salinidad, determinarán el alcance del movimiento del agua hacia arriba, dentro y a través del semillero. Debido a que los suelos continuamente sorprenden a los especialistas en riego, y debido también a que hay tantas diferencias entre cultivos y equipos, aún se debate si se debe o no usar aspersión y cuándo usarla. La aspersión no solamente constituye un costo adicional; se requiere además tiempo para colocar y retirar el sistema y restringe el movimiento del tractor en el campo.

La necesidad de aspersores se elimina si se tienen las siguientes condiciones:

1. El cultivo es tolerante a las sales durante emergencia/germinación. Las hortalizas sensibles a las sales y plantadas a poca profundidad, tales como lechuga, necesitan típicamente el riego por aspersión para su germinación. Los cultivos que pueden germinar exitosamente con goteo tienden a ser menos sensibles a las sales o son plantados a mayor profundidad (algodón, tomate, melón).
2. Se usan separaciones más cercanas entre emisores. Esto significa una separación del orden de 30 cm, a menos que se utilicen salidas de altas presiones (elevados caudales). Algunos productores “inundan” la superficie del suelo y los surcos durante los períodos de transplante/emergencia utilizando presiones altas en cintas de pared gruesa y de caudal alto. El agua en realidad permanece en el surco como si se estuviera empleando el método de riego por surcos. Estos productores generalmente pasan un vástago de cincel tirado por un tractor a lo largo del fondo de los surcos para proporcionar en ellos una buena infiltración. El resultado es que el agua del sistema de goteo empuja las sales hacia arriba, hacia afuera y fuera de las camas, así como también hacia abajo entre los surcos en donde el agua y las sales percolan a través de su superficie disturbada. Posteriormente los productores vuelven a usar presiones más bajas y duraciones más cortas; así, la superficie del suelo puede permanecer completamente seca durante los riegos regulares por goteo.
3. La profundidad del suelo por sobre la cinta no supera los 20 a 25 cm.
4. Hay por lo menos 150 mm de precipitación efectiva por año. La lixiviación de sales de la parte superior del perfil del suelo se llevará a cabo por medio de la lluvia; las sales serán desplazadas hacia abajo dentro de la cama y pasarán la cinta, punto en el cual el agua de riego las lixiviará en el resto del perfil del suelo hacia abajo.
En un área más árida, los orificios de gran separación entre sí (por ejemplo una cinta cada dos hileras o separación entre orificios mayor de 40 cm) puede causar acumulación de sales entre los orificios. Si más tarde se plantan semillas en esas áreas salinas, no emergerán. Estas áreas pueden requerir un sistema de riego por aspersión de transporte manual para desplazar las sales por debajo de la cinta durante la germinación; entonces el agua del sistema de goteo puede producir el desplazamiento de las sales hacia abajo en el resto de la profundidad prevista.
5. No existe una buena combinación entre aguas salinas y suelos pesados (alto contenido de arcilla). Esta combinación ha probado ser particularmente problemática para los productores, en términos de daños causados por las sales durante la germinación/emergencia.

Otras consideraciones de importancia son:

1. Preparación del semillero. Debe haber buena preparación de las camas incluyendo el afirmar tanto el tope como los lados de las mismas. Esto es necesario para lograr un buen movimiento capilar del agua. La estructura del suelo parece ser más importante que la textura para el movimiento lateral de la humedad en situaciones en que las cintas se instalen a poca profundidad (entre 20 cm y 25 cm). Debido a que los suelos livianos pueden labrarse para proporcionar una cama más fina estructuralmente (menor presencia de terrones), los suelos

arenosos pueden proporcionar más continuidad del suelo para el movimiento capilar del agua que los suelos arcillosos. En otras palabras, el humedecimiento de germinación en instalaciones de cintas poco profundas en camas elevadas, es con frecuencia mejor en suelos arenosos que en suelos arcillosos; exactamente lo opuesto a lo que podría pensarse. En sistemas de goteo enterrados a gran profundidad (entre 36 cm y 60 cm), los suelos arcillosos tienden a tener mejor movimiento lateral y hacia arriba del agua que los suelos arenosos; así, la estructura de la parte superior del suelo deja de ser un factor importante.

Tanimura y Antle en Salinas, California, usan una “bola” para afirmar los lados de las camas en sistemas de RGS. El uso tradicional de este implemento es para suavizar y apretar los surcos y lados de los caballones y así lograr un avance más rápido del agua en riego por surcos. En goteo con cintas en cultivos anuales, esta práctica proporciona una mejor “penetración subsuperficial” de la humedad. En algunas áreas, las “bolas” son fabricadas localmente en talleres de maquinaria.

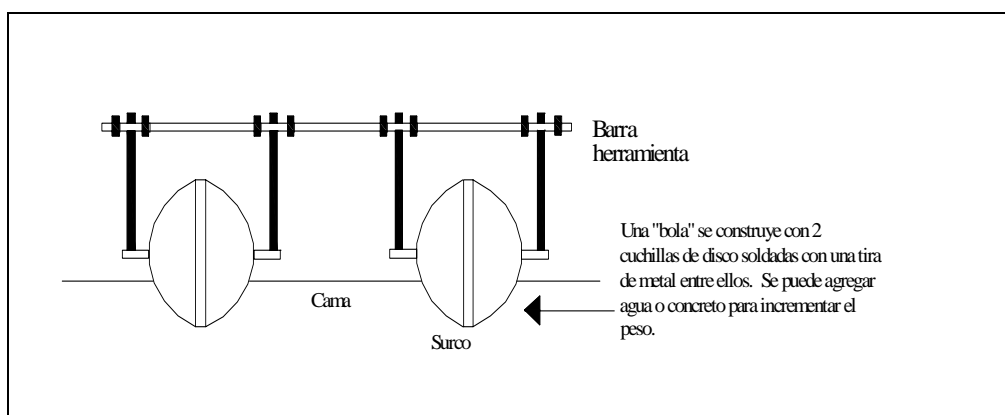


Figura 48. Diseño de “bolas”. La “bola” se usa para compactar el talud de la cama, además de un rodillo sobre la misma. Una era bien afirmada permite un mejor desplazamiento lateral de la humedad.

2. Aplicaciones de agua por pulsaciones. Algunos productores aplican los riegos en ciclos o pulsos para favorecer el desplazamiento capilar del agua tanto hacia arriba como lateralmente.
3. Otra estrategia de manejo de las sales es regar por goteo las camas una vez listas para llevar las sales a la superficie y luego destruir las camas para plantarlas.
4. La conformación de las camas y la colocación de las semillas pueden ser muy importantes cuando la germinación ocurre con goteo. La siguiente configuración se usa algunas veces para semillas de hortalizas sensibles a las sales y plantadas a poca profundidad.

Nota: Las sales se acumularán por encima de la hendidura y lejos de la línea de las semillas.

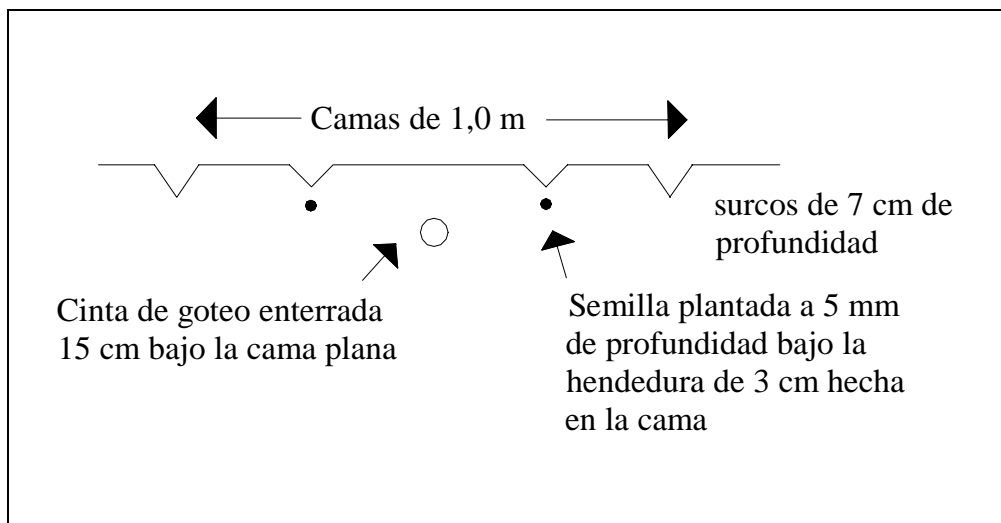


Figura 49. Forma de las camas utilizadas para la germinación de hortalizas tolerantes a las sales y plantadas a poca profundidad.

Localización del Equipo de Fertirrigación

Hay dos formas de localizar el equipo de inyección de fertilizantes.

1. La mayoría de los agricultores inyectan los fertilizantes desde una sola localización cerca a los filtros. Las ventajas son:
 - a. Las mangueras de inyección y los accesorios pueden mantenerse limpios si hay un revestimiento de concreto y apoyos permanentes en ese punto. Los productores de avanzada con frecuencia tienen estándares de limpieza sobresalientes alrededor de las unidades de filtrado y fertirrigación, con revestimientos de concreto extensos, armazones para el inyector y tanques separados.
 - b. Los fertilizantes pueden inyectarse aguas arriba de los filtros, por consiguiente se puede filtrar cualquier tipo de lodos o impurezas. La excepción son los ácidos fuertes, los cuales comúnmente se inyectan aguas abajo de los filtros para evitar problemas de corrosión de los filtros.
 - c. Todo está centralizado, lo cual es ventajoso para la mano de obra y el mantenimiento.
2. Algunos agricultores disponen un punto de inyección a la entrada de cada múltiple (es decir cada 3 a 6 hectáreas). Un agricultor tiene comúnmente un grupo de obreros solo para atender el riego y la fertilización. El grupo se desplaza a través de la finca con tanques de remolque equipados con bombas de inyección impulsadas por motor a gasolina (o por Toma de Fuerza).

Las ventajas son:

- Se pueden aplicar fórmulas especiales de fertilizantes para cada bloque de cultivo.
- Puede uno darse cuenta exactamente de la cantidad de producto químico que se aplica a cada bloque.
- No hay problemas de tiempo de retraso para llevar el producto químico a cada lote desde la bomba de riego.
- Puesto que una finca del orden de 400 hectáreas puede estar compuesta por lotes pequeños de 40 hectáreas, cada uno con diferentes tipos de plantas o diferentes fechas de siembra, esta fertilización diferencial es la forma factible de tratar los lotes en forma individual de acuerdo con las necesidades.

Lavado

El lavado de cintas y tuberías múltiples debe hacerse con frecuencia (alrededor de una a dos veces por semana). Algunos diseños se apoyan en trabajadores que lavan las cintas individuales; esto es típico en el sur de Florida. Algunos diseños mas recientes en California y Arizona incorporan típicamente un múltiple de lavado en el extremo aguas abajo de las cintas; el diseño de tales sistemas se cubre en la última parte de este capítulo.

Los múltiples de lavado hacen que el lavado sea más fácil y es más probable que pueda hacerse en forma periódica. Los múltiples de lavado pueden también ayudar a compensar la presión en caso de que haya una cinta doblada hacia adentro. En caso de ruptura de una línea, el flujo desde los dos extremos puede reducir la oportunidad para que el suelo entre dentro de la cinta. Algunas veces este “múltiple de lavado” sirve también como múltiple de abastecimiento, de tal manera que el agua puede ser abastecida desde los dos extremos de la cinta durante el riego.

1. Las Figuras 43a y 43b, ilustran una instalación de alta calidad fácilmente repetible para campos de hortalizas, la cual tiene múltiples y accesorios de lavado de tamaño apropiado para lograr un lavado adecuado, sin que se requiera presión extra o flujo extra durante el lavado.
2. El diseño de Sundance Farm (Figura 44) es también diferente y tiene las siguientes características:
 - a. La válvula de regulación de presión a la entrada de los múltiples tiene una válvula de trabajo pesado con un piloto de tres vías de alta calidad (nótese la palabra “alta calidad”, puesto que hay enormes diferencias en la calidad de ese elemento en diferentes marcas y modelos). Puede cambiarse a la posición de “encendido”, la cual prevalece sobre el aspecto de regulación de presión. Esto permite presiones y caudales altos, los cuales son requeridos durante el lavado para este tipo de diseño (aunque no para todos los diseños).
 - b. La cinta debe ser de pared gruesa para poder soportar presiones del orden de 138 kPa (20 psi), las cuales se ejercen sobre la cinta para el lavado.

- c. Los múltiples no son ahusados (de varios diámetros decrecientes). Esto permite grandes caudales de lavado a través de los mismos múltiples, a más de proporcionar caudales altos a las cintas durante el lavado.
3. Siempre hay problemas con el vertido de aguas de lavado. Deben tenerse precauciones especiales si un productor desea utilizar una conexión de acoplamiento rápido de una válvula de lavado de múltiple, para abastecer un carro-tanque con el fin de asperjar agua sobre caminos polvorientos, o para cualquier otro uso. Al final de este capítulo se señala que cualquier contrapresión en una cinta durante el lavado, puede reducir seriamente la efectividad del intento de lavado. Por consiguiente, si uno quiere usar el agua de la válvula de lavado, es mejor utilizar una bomba portátil entre la válvula y el destino, de tal manera que la cinta no esté bajo presión. Por otra parte, es indeseable que tal bomba cree una succión en la cinta y cause un retro-sifonamiento del suelo.

Caudal por Hectárea

Los sistemas de goteo con cinta en cultivos anuales aplican un caudal elevado por hectárea (187 a 468 LPM/ha) para regar un solo bloque. Por consiguiente estos sistemas son casi siempre diseñados de tal manera que tan solo se pueda regar un grupo de bloques del sistema al mismo tiempo; el bombeo de agua se rota entre los grupos de bloques para reducir los costos de inversión en la bomba, en los filtros y en la línea principal.

El caudal exacto por hectárea en un bloque regado depende de la presión, de la separación entre orificios y de la separación entre cintas. Esto afectará el número de “bloques” o de ciclos de riego que pueda haber en un día. El problema se presenta cuando las bombas y los filtros se instalan con el caudal justo suficiente para satisfacer la evapotranspiración (ET), más una fracción por desuniformidad del lote. Los sistemas de riego con frecuencia tienen problemas temporales, lo cual generalmente ocurre cuando se tiene la máxima ET. Por consiguiente, un diseño con un caudal mínimo puede significar desastre para un sistema de riego. Es una buena idea tener un diseño de campo que pueda abastecer por lo menos 25% más de agua que la requerida por la ET pico más una fracción por desuniformidad.

Preparación de Tierras

El elemento clave para el goteo permanente en cultivos anuales, es el mantenimiento de las camas en la misma localización, año tras año. Varios fabricantes han desarrollado diseños de implementos novedosos que remueven las plantas y luego incorporan la vegetación de nuevo en las camas.

Para mantener la localización de las camas algunos agricultores hacen pases superpuestos con su equipo de labranza. Por ejemplo, con una barra porta herramientas de seis hileras, tres hileras del pase previo del tractor se volverán a trabajar en un segundo pase. Generalmente, se requiere un manejo del tractor más preciso por parte de los operarios de labranza y cosecha. Con frecuencia, esto requiere entrenamiento adicional de operarios.

Superficie Mínima Tierra por Ensayo

Qué superficie constituye un ensayo favorable de riego por goteo con cinta en cultivos anuales? Aquellos agricultores quienes se están ampliando a áreas grandes, han empezado con lotes de ensayo de 8 a 32 hectáreas.

El riego por goteo con cinta en cultivos anuales requiere una nueva propuesta en las labores agrícolas, con equipo nuevo de labranza o quizás nuevas plataformas en la cosechadora. Es difícil para la mayoría de los agricultores acometer la inversión en equipo solo para un ensayo de 8 hectáreas. Puede suceder que un ensayo entre 8 y 32 hectáreas sea un ensayo apropiado para el sistema de riego, con algunas modificaciones en la programación del riego y en la quimigación. Sin embargo, una verdadera imagen no podrá obtenerse hasta tanto no se tenga ensamblado el paquete completo de los nuevos equipo y prácticas agrícolas.

Nivelación de Tierras

Una buena nivelación de tierras es importante. Si hay sitios bajos en el lote, la cinta drenará hacia tales sitios con el consecuente daño potencial a los cultivos. En un cultivo de lechuga por ejemplo, los sitios bajos se muestran como parches en el lote.

Alineación de las Cintas en Sistemas de RGS

El mantener una alineación apropiada de las cintas sobre el curso de varias estaciones de cultivo, es un problema de cierta importancia para algunos productores con sistemas de RGS. Las operaciones de labranza pueden hacer que las cintas se desplacen varios centímetros (horizontal y/o verticalmente) después de un pase de tractor. Esto ocurre si un implemento de labranza (tal como una cuchilla de disco), la cual opera en un lado de la cama, se localiza unos pocos decímetros delante del implemento de labranza que opera en el otro lado de la cama. Es importante localizar en posición tales implementos juntos, de manera tal que sus efectos de “empujar” sean balanceados. Otros puntos claves incluyen:

1. Si las cintas se “desvían” y uno no conoce su localización exacta, la superficie del suelo debe nivelarse hasta donde sea posible. Debe entonces permitirse que el agua circule a través de las cintas hasta el momento en el cual justamente empiecen a aparecer las manchas húmedas de suelo en la superficie. Luego con

un implemento de conformador de las camas se debe dar a estas la forma original en la localización correcta.

2. Los productores han informado sobre problemas significativos que han encontrado con cultivos anuales en pendientes fuertes. El problema principal es que la cinta rápidamente se desplaza de su localización ideal. El ajuste apropiado de los implementos puede ayudar a reducir parte de este problema.
3. La instalación inicial de las mangueras/cintas debe hacerse en la misma operación de conformación de las camas. Esto es, el tractor con el conformador de camas debe inyectar la cinta simultáneamente.
4. Las operaciones de labranza deben siempre incluir equipo tanto en la parte delantera como en la trasera de los tractores.
5. Las instalaciones más profundas de cinta tienen menos problemas que las poco profundas.
6. Los problemas de importancia que ocurren con las camas de 1,0 m pueden ser minimizados si se consolidan dos camas en una sola de 2,0 m
7. Como se mencionó antes, las operaciones de labranza deben hacerse con varios pases “livianos” en lugar de un solo pase. En cada pase debe haber superposición del equipo con las camas del pase previo.

Otras Normas

1. Mantenga un inventario adecuado de las partes de repuesto.
2. Modifique todos los implementos del tractor y el equipo antes de plantar el cultivo.
3. Haga una programación escrita del mantenimiento.

(Esta página se ha dejado intencionalmente en blanco.)