

# Dándole mantenimiento a los sistemas subsuperficiales de riego por goteo

Juan Enciso, Dana Porter, Jim Bordovsky y Guy Fipps\*

Los sistemas subsuperficiales de riego por goteo (SDI por sus siglas en inglés) pueden distribuir agua a una velocidad de flujo lenta de manera muy uniforme. Un sistema permanente diseñado apropiadamente y con el mantenimiento adecuado, debe durar más de 20 años. Un programa de mantenimiento incluye: limpiar los filtros, lavar las líneas, agregar cloro e inyectar ácidos. Estas medidas preventivas reducirán la necesidad de conducir reparaciones mayores y extenderán la vida del sistema.

El propósito del mantenimiento preventivo es prevenir que los emisores se tapen. Los emisores pueden taparse debido a los sólidos suspendidos, la precipitación de magnesio y calcio, los óxidos y el sulfuro de manganeso-hierro, las algas, las bacterias y las raíces de las plantas.

Cada sistema de riego debe tener un medidor de flujo y por lo menos dos manómetros para medir la presión — un manómetro antes de los filtros y otro después de los filtros (Fig. 1). Los medidores de flujo y los manómetros, los cuales deben ser inspeccionados diariamente, indican si el sistema está funcionando adecuadamente. Cuando el medidor de presión indica un número bajo de presión, significa que el sistema tiene una fuga (tal como un componente que está goteando o un tubo que está roto). Una diferencia de presión entre los filtros puede significar que el sistema no ha sido retrolavado adecuadamente y que se necesitan lavar los filtros. En sistemas grandes, los manómetros de presión deben ser instalados en cada bloque o zona del campo (Fig. 1).

<b>Posibilidad de taponamiento del agua de riego</b>			
<b>Característica química</b>	<b>Baja</b>	<b>Moderada</b>	<b>Severa</b>
PH	< 7.0	7.0 - 8.0	>8.0
Bicarbonato (ppm)		<100.0	
Hierro (ppm)	<0.2	0.2 - 1.5	>1.5
Sulfatos (ppm)	<0.2	0.2 - 2.0	>2.0
Manganeso (ppm)	<0.1	0.1 - 1.5	>1.5

La calidad del agua determina el riesgo relativo que los emisores tendrán de taparse y otros problemas; por lo tanto, deben de considerarse las características del agua en el programa de mantenimiento del sistema. La siguiente tabla resume algunos ejemplos de los parámetros de la calidad del agua y su efecto en la posibilidad de taponamientos de los emisores.

## Mantenimiento de los filtros

Los filtros son componentes esenciales del sistema SDI; estos remueven los sólidos suspendidos del agua. Hay tres tipos principales de filtros: filtros ciclónicos (separadores centrífugos), filtros de malla y de disco y filtros de arena. Una práctica común es instalar una combinación de filtros para que los mismos remuevan partículas de distintos tamaños y densidades efectivamente.

### Separadores centrífugos

Estos filtros necesitan poco mantenimiento, pero requieren de lavados frecuentes. La cantidad de sedimento en el agua que ingresa en el filtro, el volumen de agua utilizada y la capacidad del depósito de recolección ubicado en la parte inferior del filtro determinarán con qué frecuencia y por cuánto tiempo tiene que operar la válvula de lavado. El sedi-

\*Profesor Asistente e Ingeniero Agrícola de Extensión, Profesor Asistente e Ingeniero Agrícola de Extensión, Ingeniero Agrícola y Científico Investigativo Asociado, Profesor e Ingeniero Agrícola de Extensión, el Sistema Universitario Texas A&M.

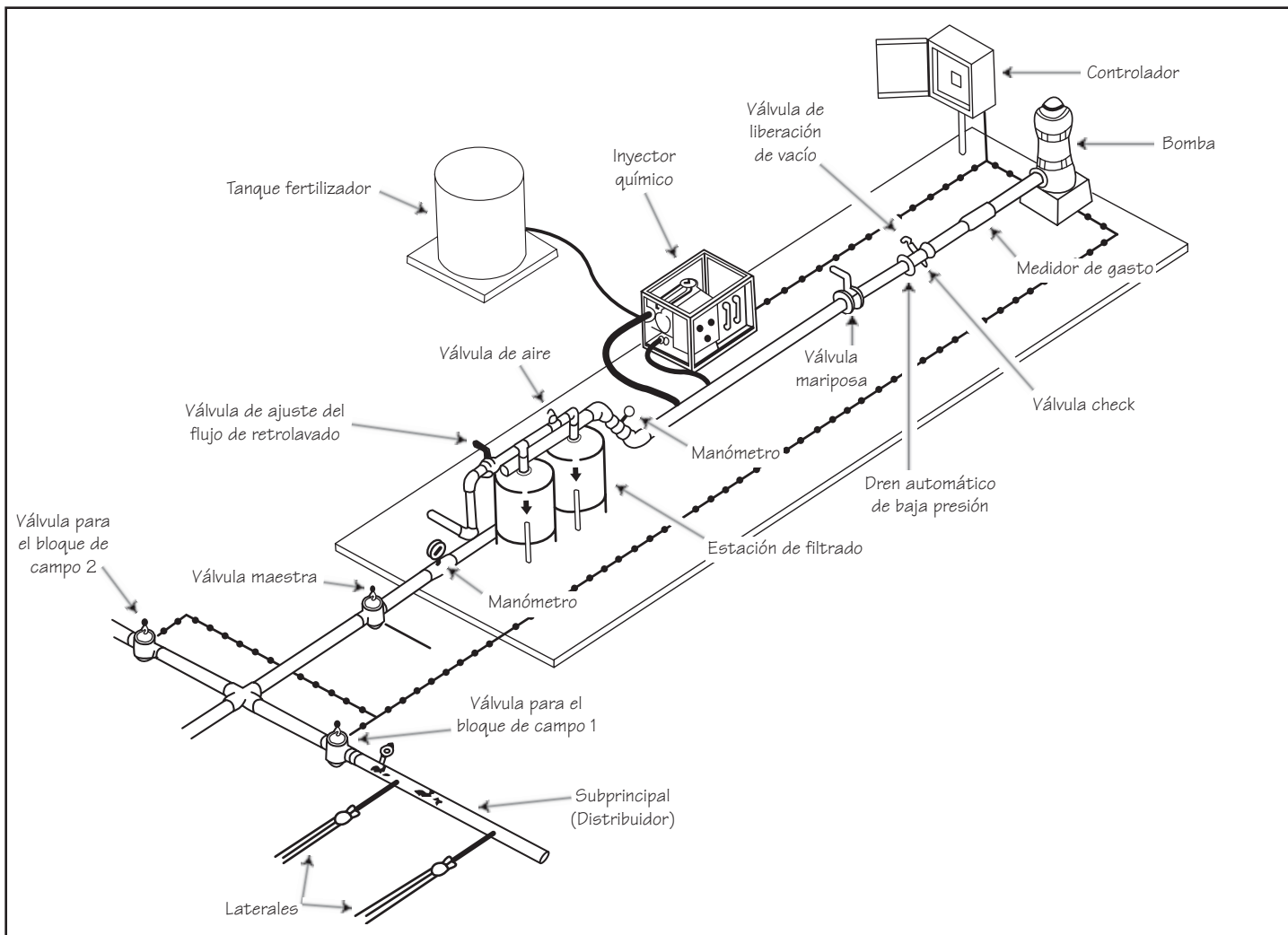


Figura 1. Trazo típico de un sistema de riego

mento se puede sacar del filtro manual o automáticamente. Si se hace manualmente, se debe abrir y cerrar la válvula de la parte inferior del filtro a intervalos regulares. O, una válvula electrónica controlada con un programador puede abrir el filtro automáticamente. La operación de la válvula automática se debe revisar por lo menos cada dos días durante la temporada.

### Filtros de malla y disco

Los filtros de malla pequeños usan un colador o una bolsa de nylon, la cual se debe remover e inspeccionar periódicamente para cerciorarse de que no hayan agujeros pequeños. Las válvulas de lavado controlan el lavado del filtro de malla. Estas pueden operar manual o automáticamente. Lave los filtros de malla cuando la presión entre los dos medidores de presión haya bajado 5 psi (un medidor está localizado antes de los filtros y el otro después de los mismos). Los filtros automáticos usan un artefacto llamado "interruptor del diferencial de presión" para detectar una reducción de presión entre los filtros. Otros sistemas utilizan un cronómetro, que usualmente es programado por el operador. El lava-

do se puede sincronizar según la hora de riego y la calidad del agua. El intervalo de tiempo entre cada lavado se puede ajustar para tomar en cuenta las diferencias de presiones entre los filtros. Los aparatos automáticos de lavado se deben de inspeccionar por lo menos cada dos días en los sistemas grandes.

### Filtros de arena

Con estos filtros la tarea más importante es ajustar la válvula que restringe el retroflujo. Si el nivel de retroflujo es demasiado alto, la materia arenosa filtrante se lavará completamente del filtro. Si el nivel de retroflujo es demasiado bajo, las partículas contaminantes nunca serán lavadas a través del filtro. El crecimiento bacteriano y la química del agua pueden causar que la arena se cimente. La cementación de los filtros de materia arenosa puede causar que se formen canales en la arena, los cuales pueden permitir que agua contaminada pase hacia el sistema de riego sin haber sido filtrada. La cloración puede corregir o prevenir la cementación de la materia arenosa.

## Evaluando el sistema

Una manera de evaluar los problemas de taponamiento es colocar un recipiente debajo de algunos emisores como lo muestra la Figura 2. La cantidad de flujo de los emisores (volumen dividido entre el tiempo) recolectada en los distintos sitios debe de ser comparada con la cantidad de flujo especificada en el diseño. La parte superior de la Figura 3 muestra un campo en el cual las plantas se encuentran bajo estrés debido a que los emisores están tapados por óxidos de manganeso. La condición general de un sistema de goteo puede ser evaluada fácilmente al examinar frecuentemente las presiones del sistema y las cantidades de flujo. Si se tapan los emisores, las presiones del sistema van a aumentar y los flujos van a reducirse.



Figura 2. Evaluando el gasto de los emisores para identificar problemas de taponamiento.



Figura 3. (Superior) Cultivo de algodón mostrando estrés hídrico debido al taponamiento de los goteros (Inferior). Las inyecciones de ácido podrían ayudar a reducir el taponamiento para que los terrenos puedan ser regados uniformemente.



## Lavado de las líneas laterales y los distribuidores

Partículas muy finas pasan por los filtros y pueden tapar los emisores. Mientras que la velocidad del agua sea alta y haya turbulencia en el flujo del agua, estas partículas permanecerán suspendidas. Si la velocidad del agua se vuelve más lenta o si hay menos turbulencia en el agua, estas partículas pueden sedimentarse. Esto normalmente ocurre en las puntas distantes de las líneas laterales. Si las mismas no se lavan, los emisores se tapan y la línea eventualmente se llenará con sedimento, empezando desde la punta de la parte baja hacia la punta de la parte alta. Los sistemas deben estar diseñados para que las líneas principales, los distribuidores (subprincipales) y las líneas laterales puedan ser lavadas. Las líneas principales y los distribuidores son lavados por medio de una válvula instalada en la punta de cada línea. Las líneas se pueden lavar manual o automáticamente. Es importante lavar las líneas por lo menos cada 2 semanas durante la época de cultivo.

## Inyectando cloro

A una concentración baja (de 1 a 5 ppm), el cloro mata las bacterias y oxida el hierro. A una concentración alta (de 100 a 1000 ppm), el mismo oxida (destruye) la materia orgánica.

Los problemas más serios relacionados con las bacterias ocurren en aguas que contienen óxido de hierro o hierro soluble, o manganeso. Las concentraciones de hierro o manganeso mayores de 0.1 ppm y las concentraciones de manganeso mayores de 0.15 ppm pueden promover el crecimiento bacterial y la precipitación química que obstruye los emisores. El crecimiento bacterial en el hierro se observa de color rojizo mientras que el crecimiento bacterial en el manganeso se observa de negro. Estas bacterias oxidan el hierro y el manganeso del agua de riego. En la parte occidental de Texas, estas bacterias se encuentran frecuentemente en el agua de pozo.

Tenga mucho cuidado cuando inyecte cloro en el agua de riego conteniendo manganeso disuelto, ya que el cloro puede oxidar este elemento y causar precipitación más allá del sistema de filtros. La Figura 4 muestra un emisor tapado por óxido de manganeso.

Es difícil eliminar estas bacterias, pero se pueden controlar inyectando cloro en



Figura 4. Gotero tapado por óxidos de manganeso.

el pozo una o dos veces durante la temporada. También puede ser necesario inyectar cloro y ácido antes (en la parte alta) de los filtros. Cuando el agua contiene mucho hierro, una parte del hierro alimentará las bacterias y otra parte será oxidada por el cloro formando óxido (o hierro insoluble, óxido férrico). El óxido férrico precipitado se filtra y es lavado o expulsado hacia fuera del sistema. Si la concentración de hierro es alta y los problemas persisten, airear el agua de riego ayudará a oxidar el hierro y permitir que el sedimento se asiente. Airee el agua bombeándola hacia un depósito y después volviéndola a bombear con una bomba centrífuga hacia el sistema de riego.

Utilice un equipo de muestreo para piscinas o albercas y tome muestras de agua para determinar el cloro libre o residual al final de la línea lateral. Vale la pena recordar que parte del cloro inyectado puede ser removido de la solución ya que se encuentra atado en reacciones químicas con otros componentes o ha sido absorbido por la materia orgánica del agua. Si el cloro es inyectado continuamente, un nivel de 1 ppm de cloro libre residual en las puntas de las laterales será suficiente para eliminar la mayoría de las bacterias. Si es inyectado intermitente (una vez cada cierto número de días), la concentración de cloro en las puntas de las laterales debe de mantenerse de 10 a 20 ppm durante 30 a 60 minutos.

Si los emisores ya se encuentran parcialmente tapados por materia orgánica, un tratamiento de

“supercloración” puede ser necesario; el mismo consiste en mantener una concentración de 200 a 500 ppm de cloro en el sistema durante 24 horas.

Se debe inyectar un poco de cloro extra para compensar por el cloro que estará atado con el agua.

## Inyectando ácido

Los ácidos son inyectados en el agua de riego para tratar el taponamiento causado por el carbonato de calcio (cal) y la precipitación de magnesio. El agua con un pH de 7.5 o más alto y un nivel de bicarbonato de más de 100 ppm tiene riesgo de presentar precipitación de minerales, dependiendo de la dureza del agua. La dureza del agua, la cual es determinada por las concentraciones de calcio y magnesio, se clasifica como se expone seguidamente: suave (0 a 60 ppm de Ca y Mg); moderada (de 61 a 120); dura (de 121 a 180); muy dura (más de 180 ppm). El agua moderada, dura y muy dura necesita ser inyectada con ácido.

Se puede utilizar ácido sulfúrico, fosfórico, urea-sulfúrico (NPhuric). El tipo de ácido que se utiliza más comúnmente en el riego por goteo es el ácido sulfúrico al 98%. El ácido acético, o vinagre, se puede usar en los cultivos orgánicos, aunque es mucho más caro. Si el agua de riego tiene más de 50 ppm de calcio, no se debe inyectar ácido fosfórico, a menos que las cantidades de inyección sean lo suficientemente altas para bajar el pH a menos de 4.

El ácido usualmente se inyecta después del filtro para que no corroa el mismo. Si el filtro está hecho

## Cantidad de inyección de cloro

Calcule la cantidad de inyección utilizando estas fórmulas:

Sistema de Cálculo Inglés

$$IR = \frac{0.006xFxC}{P}$$

En donde:

IR = Cantidad de inyección, GPH

F = Velocidad de flujo del sistema, GPM

C = Concentración deseada de cloro, ppm

P = Porcentaje de cloro en la solución \*

Sistema de Cálculo Métrico

$$IR = \frac{0.36xFxC}{P}$$

En donde:

IR = Cantidad de inyección, litros/hora

F = Velocidad de flujo del sistema, LPS

C = Concentración deseada de cloro, ppm

P = Porcentaje de cloro en la solución \*

\* El porcentaje de cloro de diferentes compuestos se indica a continuación:

Hipoclorito de Calcio—65%

Hipoclorito de Sodio (cloro casero)—5.25%

Hipoclorito de Litio—36%

Ejemplo:

Un agricultor quiere inyectar cloro en su sistema a una concentración de 5 ppm en un sistema con una velocidad de flujo de 100 GPM. Él está inyectando cloro casero que tiene una concentración de 5.25%.

$$IR = \frac{0.006xFxC}{P} = \frac{0.006 \times 100 \times 5}{5.25} = 0.571 \text{ GPH Hipoclorito de Sodio (cloro casero)}$$

Las siguientes tablas muestran la cantidad de inyección necesaria de cloro en galones por hora.

Nivel deseado de cloro en ppm	Galones de cloro (solución 5.25% ) por hora								
	Galones por minuto (GPM) del flujo del agua de riego								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
1	0.114	0.171	0.229	0.286	0.343	0.400	0.457	0.514	0.571
2	0.229	0.343	0.457	0.571	0.686	0.800	0.914	1.029	1.143
5	0.571	0.857	1.143	1.429	1.714	2.000	2.286	2.571	2.857
10	1.143	1.714	2.286	2.857	3.429	4.000	4.571	5.143	5.714
15	1.714	2.571	3.429	4.288	5.143	6.000	6.857	7.714	8.571
20	2.286	3.429	4.571	5.714	6.857	8.000	9.143	10.286	11.429
25	2.857	4.286	5.714	7.143	8.571	10.000	11.429	12.857	14.286
30	3.429	5.143	6.867	8.571	10.286	12.000	13.714	15.429	17.143
50	5.714	8.571	11.429	14.286	17.143	20.000	22.857	25.714	28.571

Nivel deseado de cloro en ppm	Galones de cloro (solución 10%) por hora								
	Galones por minuto (GPM) del flujo del agua de riego								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
1	0.060	0.090	0.120	0.150	0.180	0.210	0.240	0.270	0.300
2	0.120	0.180	0.240	0.300	0.360	0.420	0.480	0.540	0.600
5	0.300	0.450	0.600	0.750	0.900	1.050	1.200	1.350	1.500
10	0.600	0.900	1.200	1.500	1.800	2.100	2.400	2.700	3.000
15	0.900	1.350	1.800	2.250	2.700	3.150	3.600	4.050	4.500
20	1.200	1.800	2.400	3.000	3.600	4.200	4.800	5.400	6.000
25	1.500	2.250	3.000	3.750	4.500	5.250	6.000	6.750	7.500
30	1.800	2.700	3.600	4.500	5.400	6.300	7.200	8.100	9.000
50	3.000	4.500	6.000	7.500	9.000	10.500	12.000	13.500	15.000

de polietileno, el cual resiste la corrosión, el ácido se puede inyectar antes del filtro. La cantidad de ácido a ser utilizada depende de las características del ácido que esté usando y de las características químicas del agua de riego. Una curva de titulación del agua de pozo puede ser desarrollada por un laboratorio. La curva indicará la cantidad de ácido necesaria para reducir el pH a cierto nivel. Si una curva de titulación no está disponible, use el método de pruebas y errores hasta que el pH se reduzca a 6.5. Se pueden utilizar equipos colorimétricos o medidores portátiles de pH para determinar el pH del agua al final de las líneas. Muchos agricultores inyectan de 1 a 5 galones de ácido sulfúrico por hora, dependiendo del pH del agua, la calidad del agua y la capacidad del pozo.

La mayoría de los químicos usados en el mantenimiento de los sistemas de riego por goteo son extremadamente peligrosos. El ácido sulfúrico es muy corrosivo y debe de ser manipulado usando equipo de protección personal adecuado. Guarde el ácido sulfúrico en tanques de polietileno o de acero inoxidable con paredes extra pesadas. Siempre agregue el ácido al agua; no agregue agua al ácido. Nunca mezcle ácido y cloro o nunca los guarde juntos en la misma habitación; se formará un gas tóxico.

Además de destapar los emisores tapados, el ácido inyectado en el agua de riego puede mejorar las características de infiltración de algunos suelos y liberar micronutrientes al reducir el pH del suelo. Para reducir el costo, se puede inyectar ácido solamente durante la última tercera parte del tiempo de riego.

## Otras prácticas necesarias de mantenimiento

### Mantenga las raíces de las plantas fuera de los emisores

Es importante evitar que las raíces de las plantas penetren en los emisores de goteo (la Fig. 5 muestra un problema de intrusión de raíces). El Metam Sodio y el Treflan son dos compuestos que controlan



Figura 5. Raíces penetrando el gotero.

las raíces. En el algodón, el Metam Sodio es generalmente utilizado durante la defoliación para mantener las raíces fuera de los goteros a medida que el suelo se seca, mientras que el Treflan es utilizado antes de la cosecha. La supercloración usando una dosificación de 400 ppm de cloro también mantendrá las raíces fuera. Llene las cintas con cloro y déjelas reposar durante la noche.

### Prevenga el retrosifoneo

El retrosifoneo es el retroflujo de agua desde el perfil del suelo de regreso hacia la cinta al final del ciclo de riego. Es causado por un vacío que se desarrolla a medida que el agua residual en la cinta se mueve hacia elevaciones más bajas en el campo. El retrosifoneo puede jalar partículas del suelo y otra basura por medio de los emisores y hacer que ingresen en la cinta. La Figura 6 muestra gusanos vivos que fueron lavados de las líneas sistema de riego por goteo durante una práctica de mantenimiento regular.

Se cree que los huevos o los capullos de los gusanos fueron jalados hacia las líneas de goteo en las elevaciones más altas en el campo cuando se cerraron las válvulas de la zona. Una vez que estaban en las líneas de goteo, los gusanos salieron de los huevos y empezaron a crecer. Los gusanos y otros contaminantes fueron removidos durante los ciclos normales de lavado (cada 2 semanas).



Figura 6. Gusanos arrojados del sistema de riego por goteo. El lavado de las líneas dos veces a la semana resolvió el problema.



Este material está basado sobre trabajo apoyado por la Iniciativa de la Bahía del Rio Grande de del Servicio Cooperativo Estatal de Investigación y Extensión, Departamento de Agricultura de EE. UU. bajo el acuerdo No. 2001-45049-01149.

La información presentada aquí es solamente para propósitos educativos. Las referencias a productos o marcas comerciales se han hecho bajo el entendimiento que esto no implica que Extensión Cooperativa de Texas tenga la intención de discriminar o patrocinar el uso de los mismos.

Producido por AgriLife Communications and Marketing, El Sistema Universitario Texas A&M  
Las publicaciones de Texas AgriLife Extension se pueden encontrar en Internet en: <http://AgriLifebookstore.org>

*Los programas educativos de Texas AgriLife Extension Service están disponibles para todas las personas, sin distinción de raza, color, sexo, discapacidad, religión, edad u origen nacional.*