

MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE RIEGO POR GOTEO

Mantenimiento de los equipos de riego por goteo / Mario Liotta ... [et al.]. -
1a ed. edición especial. - Rivadavia : Marta Laura Paz, 2015.
28 p. ; 20 x 14 cm.

Edición para UCAR, Unidad para el cambio rural
ISBN 978-987-33-8778-4

1. Riego por Goteo. I. Liotta, Mario
CDD 631.587

1. INTRODUCCIÓN

Parte del éxito de un equipo de riego por goteo consiste en tenerlo en condiciones óptimas de operación en todo momento, lo cual se consigue a través de una adecuada revisión e inspección.

Este concepto es clave para utilizar este sistema, pues sólo se moja una parte pequeña del terreno y, en consecuencia, el suelo almacena poca agua. Ello significa que cualquier disminución o interrupción del programa de manejo puede tener efectos lamentables para las plantas al producirse un déficit hídrico.

A fin de que el sistema de riego sea económico, es vital que los equipos sean bien mantenidos. Los sistemas de filtración deberían tener un período de vida entre 12 a 15 años, la tubería enterrada de PVC de 30 años y la tubería de polietileno de 10 años o más. Históricamente, los agricultores no han tenido problema con el mantenimiento el sistema de filtrado o con la tubería de PVC, pero sí con la tubería que contiene a los goteros y microaspersores, en espesores de 0,15 a 0,51 mm.

Cualquier sistema de riego por goteo funcionará mal si no se lo mantiene limpio. Por ello se verán dos partes: el mantenimiento de los equipos de riego en general y la prevención y corrección de obturaciones.

2. MANTENIMIENTO GENERAL DE LOS EQUIPOS DE RIEGO

El sistema de riego debe ser inspeccionado periódicamente a fin de detectar el taponamiento de emisores y pérdidas y roturas en la tubería.

Un programa de mantenimiento debe considerar: bombas, filtros, inyectoros, válvulas, gotero, laterales y tubería.

Una forma de evaluar el funcionamiento del equipo es a través de la lectura del medidor volumétrico. Si la lectura del medidor da una variación en menos del 10% hay que sospechar que hay laterales con

goteros tapados. Si da un valor superior a un 10% pueden existir pérdidas parciales o rotura de tubería.

Las instalaciones de riego deben inspeccionarse al menos una vez al año, al finalizar la campaña, observando los finales de los laterales y los emisores. Los precipitados blancos indican presencia de carbonatos; los de color marrón, presencia de hierro y las obturaciones ocasionadas por microorganismos presentan un aspecto grasiento de color negro.

2.1. Tratamientos preventivos

1- Motores y bombas

Para poder operar, gran parte de los equipos necesitan de presión proporcionada por una bomba, ya sea con motor a gasoil o eléctrico. En los motores eléctricos hay que vigilar la temperatura y el ruido de rodamientos.

Es necesario realizar una revisión general anual de bombas (en especial los rodets y rodamientos) y de los motores. El mantenimiento de bombas y unidades de accionamiento incluye su debida lubricación, según las recomendaciones del fabricante.

2- Filtros

Dentro del centro de control o cabezal están los filtros. Tienen que ser desmontados al final de la temporada con el fin de observar el desgaste de sus paredes interiores, aprovechando la oportunidad para realizar una aplicación de pintura antióxido. En forma simultánea se deben inspeccionar los colectores de los filtros de arena y, si están cristalizados, proceder a reemplazarlos. También es necesario revisar la arena. Cuando ésta presenta los cantos redondeados, hay que cambiarla.

Independientemente de la revisión anual, cada cierto tiempo conviene observar los manómetros, ubicados antes y después de los filtros. La diferencia de presión normal de los de grava es de 1 a 3 metros, cifra que aumenta a medida que se tapan. Cuando la diferencia sobrepasa los 6 metros resulta imprescindible realizar un retrolavado.

En algunos casos después del retrolavado el manómetro que se encuentra a la salida de los filtros no aumenta su lectura. La diferencia de presión no disminuye, lo que puede ser índice de una obturación severa. Ello obliga a mover la arena y realizar sucesivos retrolavados.

Los filtros de mallas también deben ser revisados y limpiados en forma constante. Si se les encuentra arena del filtro de grava, es posible que el colector de ese filtro esté roto.

3- Equipos inyectoros

La fuerza erosiva que presentan los productos químicos, que se aplican mediante los estanques inyectoros a presión en *by-pass*, hace necesario lavarlos muy bien al final de la temporada, y si están oxidados, rasparlos y revestirlos con pintura epóxica.

Las bombas inyectoras con motor hidráulico requieren de un cuidado y mantenimiento especial, debido a que están compuestas por un gran número de piezas móviles.

Las bombas inyectoras con motor eléctrico tienen pocos problemas de mantenimiento.

4- Válvulas

Es necesario realizar limpieza y chequeos periódicos de los orificios y membranas de las válvulas a solenoides e hidráulicas, sobre todo las que no vienen con protección, porque tienden a fallar al tercer o cuarto año.

5- Limpieza de goteros, laterales y tubería de riego

Es necesario revisar permanentemente los emisores. En las tuberías de PVC, laterales y goteros tienden a depositarse precipitados de carbonato de calcio y partículas finas que atraviesan los filtros, que tienen que ser eliminados de la red para evitar obturaciones de los emisores. La mejor manera de evitar obturaciones es mediante la prevención, pero muchas veces no es fácil detectar anticipadamente este tipo de fallas. En la mayoría de los casos el problema se descubre cuando el grado de obturación es avanzado, resultando de un costo elevado la limpieza de emisores y conductores.

Las obturaciones físicas generalmente se pueden mejorar con una adecuada selección de los elementos de filtrado, pero hay partículas que de todas formas logran depositarse en las condiciones y pasos de emisores, formando agregados de mayor tamaño. Su tratamiento consiste en una limpieza con presiones de 3 a 4 kg/cm² (30 a 40 m), conocida como “flushing”; para ello es fundamental disponer de presión extra en las instalaciones.

El lavado debe comenzar en el cabezal y en la conducción principal, manteniendo cerradas las válvulas de las unidades de riego. Para hacerlo se emplean las válvulas o tapones roscados que se colocan siempre en los extremos de las tuberías.



Una vez limpia la conducción principal, se procede a realizar lo mismo uno por uno a todos los laterales para, finalmente, hacer fluir el agua durante unos minutos por los emisores. Como medida de precaución, antes de cerrar completamente el extremo de la tubería que se está limpiando, se abre parcialmente el extremo de la tubería del siguiente sector, continuando el proceso. Así se evitan sobrepresiones en la red.

Periódicamente hay que lavar el lateral que contiene a los goteros, para lo cual se le extrae el “final 8” que cierra el final del lateral y se deja que se lave (purgue) la tubería, eliminando el sedimento y otros restos de material que pueden quedar. La inspección visual en ese momento es fundamental para poder determinar cómo se encuentra funcionando el sistema de filtrado.

3. PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN DE OBTURACIONES

El taponamiento puede producirse por tres causas:

- a. Partículas que ingresan al sistema a través de la fuente de agua;
- b. Partículas ocasionadas por transformaciones químicas;
- c. Crecimiento biológico, una vez que ingresó el agua al sistema.

Cuando el agua procedente de pozos pasa directamente a la red de riego, lo normal es que transporte alguna partícula mineral como limo o incluso arena. Además, la corrosión de la tubería de hierro acaba desprendiendo partículas de herrumbre. Cuando el agua atraviesa por un depósito al aire libre, en ella se desarrollan algas, a veces de un tamaño tan reducido que pasan por los filtros, favoreciendo además el desarrollo de bacterias en las tuberías y emisores. Todas las aguas tienen un cierto contenido en sales que en determinadas condiciones (cambios de pH, evaporación, etc.) pueden precipitar obturando los emisores, e igual puede ocurrir con los fertilizantes añadidos al agua de riego.

Las partículas que ingresan al sistema lo hacen a través de la fuente de agua. Generalmente el agua subterránea aporta partículas minerales, especialmente arena y limo. Las aguas superficiales pueden contener todo tipo de partículas.

La lucha contra las obturaciones comprende dos tipos de medidas. Unas son preventivas y consisten en el filtrado y en algunos tratamientos del agua. Las otras medidas se aplican cuando la obturación se ha producido total o parcialmente y consisten fundamentalmente en el tratamiento del agua, aunque hay otros procedimientos de desobturación, como la aplicación de alta presión con agua o aire.

Para seleccionar el sistema de filtrado de acuerdo a los tipos específicos de agua de riego, se pueden seguir las siguientes indicaciones dadas en la publicación: Filtrado del Agua de Riego.

El taponamiento puede ocurrir en cualquier lugar del sistema de riego: filtros, tubería o emisores. Corrientemente, estas obstrucciones se deben

a depósitos de productos químicos o a mucilagos causado por bacterias. La obstrucción por acumulación de productos químicos se debe a la evaporación de la gota de agua al salir del emisor, con la acumulación de carbonatos que gradualmente se forma. También pueden causar obstrucciones las aguas con alto contenido de hierro. Los pequeños diámetros de los emisores, sobre todo en el caso de goteo, y las bajas velocidades del agua facilitan la formación de obturaciones. Estas pueden deberse a varias causas, como se muestra en la tabla 1.

4. PRINCIPALES PROBLEMAS Y SOLUCIONES

4.1. Descripción de algunos de los principales problemas

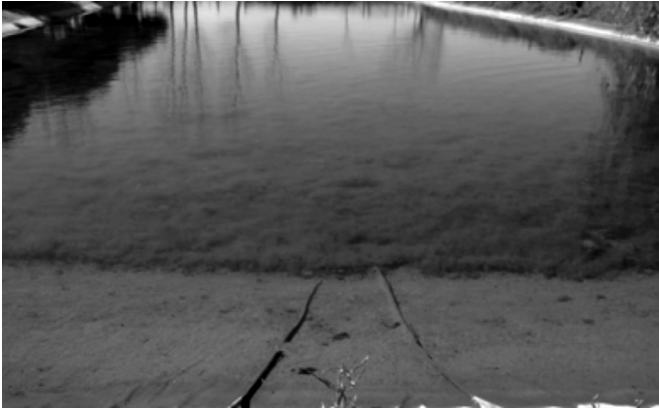
4.1.1. Tratamiento químico del agua de riego

La necesidad del tratamiento químico del agua de riego es otro aspecto del mantenimiento del sistema. La presencia de sales en el agua de riego tales como el carbonato de calcio y bicarbonatos son tratadas con ácido sulfúrico. Este a su vez puede ser usado en forma conjunta con ácido clorhídrico incorporándolo mediante inyección continua o en forma intermitente. Se busca reducir el pH del agua de forma tal de mantener todo el tiempo a menos de pH 7,5.

4.1.2. El desarrollo de algas en superficies libres de agua

El rasgo más dañino de las algas y del crecimiento de bacterias es la formación de una matriz gelatinosa y pegajosa en las tuberías y las aguas. Dicha matriz sirve de base al crecimiento bacterial del limo, y puede, junto con materiales en suspensión, formar aglomerados que pueden causar obstrucción.

Al igual que otros microorganismos, las algas requieren componentes inorgánicos para reproducirse. Los principales elementos nutritivos requeridos son dióxido de carbono, nitrógeno y fósforo.



Existe un ciclo estacional fijo en el desarrollo de las algas. En invierno, al haber poca luz y bajas temperaturas, el crecimiento de las algas es mínimo. En primavera, al elevarse las temperaturas y también la radiación y la disponibilidad de nutritivos (debido a la mezcla de las diferentes capas de las aguas por el viento y la inversión termal, que enriquece la capa superior con cultivos de otras capas activas de aguas), ocurre un florecimiento. En verano, cuando las temperaturas son altas, no hay mezcla de capas de aguas, siendo la disponibilidad de nutritivos relativamente baja.

La presencia de algas en los reservorios crea distintos tipos de problemas; el primero se produce en los propios filtros de la toma, donde se pueden acumular dificultando el paso del agua. El problema más común consiste en la rápida obturación de los filtros de arena, lo que obliga a retrolavados frecuentes. Salvo algunas algas filamentosas, estos microorganismos no se desarrollan en el interior de las tuberías, pero los residuos de algas muertas que atraviesan los filtros de arena constituyen un alimento para las bacterias que sí pueden crecer en ausencia de la luz, como se verá más adelante.

4.1.3- Obturaciones producidas por microorganismos en el interior de las instalaciones

El desarrollo de microorganismos en el interior de las instalaciones de riego es un proceso complejo donde interactúan microorganismos y otros factores tales como la temperatura del agua, la calidad del agua

de riego (pH, oxígeno, contenido en Fe y SH₂), presencia de materiales transparentes, etc.

Aun filtrando cuidadosamente el agua, se desarrollan algas y hay presencia de restos de microorganismos que se van acumulando en el sistema de filtrado, tuberías y laterales, formando paulatinamente una masa gelatinosa (mucílago) que pueden llegar a taponar los goteros.

Se ha comprobado que concentraciones de Fe de 0,09 mg/litro son suficientes para que se produzcan depósitos visibles de hidróxido férrico, aunque un agua de riego empieza a ser problemática a partir de concentraciones de 0,2 mg/l de Fe. También la presencia de SH₂ colabora a la formación de obturaciones. Si el agua contiene más de 0,1 ppm de sulfuros totales, la acción de bacterias filamentosas tales como *Beggiatoa* y *Thiothrix* oxidan el SH₂ a azufre elemental insoluble, que es depositado tanto en el interior como en el exterior de los organismos. Estas bacterias son alargadas y tienden a asociarse en cadenas, por lo que pueden llegar a formar una extensa alfombra que obtura los estrechos conductos de los emisores. Una característica importante de estas bacterias aerobias es que necesitan muy poco oxígeno para sobrevivir, del orden de 0,1 ppm de oxígeno en el agua. Evitando la entrada de oxígeno se eliminan los precipitados sulfurosos, pero ello requiere que la instalación funcione continuamente.

El pH del agua, la temperatura y la presencia de carbono orgánico son factores que influyen en el crecimiento de las bacterias responsables de obturaciones. Aunque la mayoría de las bacterias tienen unos niveles óptimos de pH, la gran variedad de ellas hace que se presenten obturaciones a pH entre 3,5 y 8,5, por lo que el problema no se resuelve simplemente alterando el pH del agua. En cuanto a la temperatura, el óptimo está entre 20 y 30°C, pero continúan creciendo a temperaturas menores, aunque con menor velocidad.

4.1.4. Obturaciones producidas por origen químico

El carbonato de calcio, los sulfuros de hierro y de manganeso o los metales hidróxidos pueden asentarse y formar escamas en las paredes de los tubos. Algunos de los fertilizantes que se agregan al agua de riego,

pueden reaccionar con otros materiales disueltos, para crear sedimentos adicionales. Se verán en detalle los tratamientos a seguir en cada caso.

4.2. Procedimiento a seguir

4.2.1. Tratamientos preventivos

La prevención de precipitados y obturaciones exige el filtrado del agua de riego y en ciertos casos el tratamiento con ácidos, alguicidas, etc.

Existen tres normas prácticas:

1º Debe situarse un filtro de malla aguas abajo de todo punto en que se inyecte abono a la red de riego.

2º La primera fase de cada riego, y sobre todo la última, debe realizarse con agua sin fertilizantes, para evitar los precipitados que se formarían al dejar el agua con el abono evaporándose en los goteros en los períodos entre riegos.

3º Antes de aplicar por primera vez un abono, mezclarlo en un vaso con el agua de riego y observar si se forman precipitados o turbidez. Aunque la prueba del vaso no es definitiva, ya que en la instalación pueden cambiar las condiciones de temperatura, concentración por evaporación, etc. es una prueba sencilla y útil.

Como se dijo anteriormente hay que lavar periódicamente el lateral que contiene a los goteros, para lo cual se le extrae el "final 8" que cierra el final del lateral y se deja que se lave (purgue) la tubería, eliminando el sedimento y otros restos de material que pueden quedar. La inspección visual en ese momento es fundamental para poder determinar cómo se encuentra funcionando el sistema de filtrado y la presencia de algas o mucílago.

4.2.2. Tratamientos correctivos

4.2.2.1. Operación del sistema

Como norma general para mantener un buen funcionamiento del equipo, se debe limpiar a presión por lo menos una vez al año y realizar los tratamientos preventivos que se detallarán a continuación.

Al realizar un adecuado mantenimiento tendremos el equipo en condiciones de aplicar el agua y el fertilizante deseado en forma uniforme. La calidad del mantenimiento y revisión se puede conocer midiendo el CU del equipo.

4.2.2.2- Tratamientos químicos

Las obturaciones químicas son provocadas por la precipitación en el interior de la estructura de sustancias que vienen en el agua de riego. Las más frecuentes son las de carbonato de calcio.

Antes que nada, es indispensable conocer la magnitud del problema, lo que se logra a través de un análisis químico del agua de riego. El análisis se procesa según el índice de Langelier, el cual relaciona la calidad de agua con las precipitaciones de los compuestos que contiene. Conociéndose este dato, existen dos tipos de solución.

- Preventiva: aplicaciones de ácido permanente, cuando el problema es grave.
- Correctora: aplicaciones de ácido en algunas oportunidades, cuando el agua es de mejor calidad.

En otros casos, cuando se emplea agua subterránea, puede producirse el aporte de bacterias hierro.

4.2.2.3. Control de algas en reservorios

Un tratamiento eficaz es la aplicación de sulfato de cobre en dosis comprendidas entre 0,05 y 2 mg por litro de agua a tratar. En reservorios se utilizan en concentraciones entre 0,5 a 1,5 g/m³ de agua.

El sulfato de cobre se puede colocar en sacos con flotadores anclados en el fondo del depósito, o extenderlo sobre la superficie del agua. No

se debe aplicar cuando hay tuberías de aluminio. Los quelatos de cobre son alguicidas muy eficaces, sobre todo si el agua contiene mucho limo, pero son muy caros.

Otro procedimiento eficaz es la siembra de peces herbívoros. En ese sentido el salmón siberiano (*Eichornia crassipes* L.) da muy buenos resultados. Hay que colocar protecciones en las cercanías de las tomas a fin de que los peces no se vean en peligro. Si se colocan peces no hay que hacer el tratamiento con sulfato de cobre.

4.2.2.4- Control de algas en el sistema de riego

La clorinación es el tratamiento más efectivo y menos costoso para el control del lodo de bacterias. Cuando se agrega cloro al agua de riego, parte de él es absorbido por la materia orgánica, sin destruirla ("cloro combinado"). El cloro en exceso, que no se ha consumido al reaccionar con los compuestos, es el llamado cloro libre y actúa como biocida. Tanto el cloro aplicado en forma gaseosa (Cl_2) como el hipoclorito sódico ($ClONa$), se hidroliza en el agua transformándose en ácido hipocloroso, que es un fuerte oxidante, cuya acción biocida se debe a que quema los microorganismos o a que detiene la oxidación de la glucosa por parte de las células. El $ClOH$ es un ácido débil y se encuentra presente a pH inferior a 7,8. El pH óptimo es de 5,5-6. Para valores menores que 5 disminuye la proporción de $ClOH$ y aumenta la de Cl_2 , que se pierde, lo que obliga a aplicar dosis mayores. La muerte de los microorganismos requiere un tiempo de contacto mínimo de 30 minutos.

El cloro debe ser introducido en el sistema antes del filtro de malla o de anillas y puede ser utilizado hipoclorito de sodio (empleado en la lavandina) o gas de cloro.

Antes de llenar cualquier tanque hay que asegurarse de que está absolutamente limpio de cualquier residuo de fertilizante, puesto que cualquier contacto entre los dos ocasiona una reacción térmica que puede ser explosiva. Por ello el cloro es extremadamente peligroso y debe ser manejado como tal. Una excepción a esto es cuando se ponen en contacto cloro y fertilizante dentro del agua de riego al realizar la inyección dentro del sistema de riego. En este caso no es peligroso.

Dado que el cloro es un fuerte oxidante, es muy útil para los siguientes usos:

- Prevenir taponamiento y sedimentación de sustancias orgánicas.
- Destruir y descomponer las bacterias del azufre y las del hierro, así como el limo bacteriano en el sistema.
- Mejorar la performance de los sistemas de filtrado cuando se reduce el retrolavado.
- Limpiar el sistema de sedimentos orgánicos.

En general, se recomiendan tres métodos

- 1- Método continuo: a muy baja concentración. Es el más recomendado.
- 2- Método intermitente: a alta concentración.
- 3- Método del shock: con concentraciones muy elevadas (>50 p.p.m.).

Es importante saber que la concentración de cloro decrece en el tiempo y cuanto más alejado se encuentre del punto de inyección. La concentración más baja se encontrará siempre en el punto más alejado del punto de inyección.

El objetivo de la clorinación es, por consiguiente, tener una concentración requerida de cloro activo en el punto más alejado. La siguiente tabla 2 da valores buscados en la cabecera y al final del sistema de concentración de cloro (ppm).

OBJETIVO DE LA CLORINACIÓN	MÉTODO DE APLICACIÓN	CONCENTRACIÓN REQUERIDA (partes por millón)	
		Cabecera del sistema	Final sistema
Prevenir sedimentación	Clorinación continua	3-5	0,5-1
	Clorinación intermitente	10	1-2
Limpieza del sistema	Clorinación continua	5-10	1-2
	Clorinación intermitente	15-50	4-5

Cuando el objetivo de la clorinación es mejorar el rendimiento del filtrado, el punto de inyección se debe encontrar próximo al sistema de filtrado para asegurar una distribución uniforme a través de los filtros. La concentración de cloro aguas abajo de la batería de filtrado no debe ser inferior

a los 1-2 p.p.m. cuando es por clorinación continua y tres veces mayor cuando es por clorinación intermitente.



Para el sistema de clorinación continua, la inyección debe comenzar luego que se presurice el sistema. Para clorinación intermitente se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Comenzar: lavando el sistema.
- Inyección: como la inyección lleva un cierto tiempo, es preferible hacerla al comienzo del ciclo.
- Tiempo de contacto: de preferencia 1 hora, pero no menos de 30 minutos.
- Lavado: al finalizar el proceso, se abre al final de la línea y se elimina, haciendo correr agua sin cloro durante 1 hora.

Para comprobar que el tratamiento es correcto debe medirse el contenido en cloro libre en el emisor más alejado: es muy importante que el sistema de medida registre el cloro libre y no el cloro total. A estos efectos, la ortotolidina de uso frecuente en piscinas, que se colorea de amarillo en presencia de cloro, es insatisfactoria. Un buen sistema de medida es el que utiliza la DPD(N-dietil-p-fenil-diamina) que permite medir el cloro libre. Para conseguir en los emisores las concentraciones citadas, en el punto de aplicación pueden ser necesarias dosis entre 3 y 10 ppm de cloro total, aunque esta cifra deberá determinarse mediante ensayo o medición en la práctica. Cuando el pH es mayor de 7,5 las necesidades de cloro son mayores, y el nivel de cloro libre al final de los emisores debe ser del orden de 2 a 3 ppm. La aplicación de concentraciones mucho

mayores no aumenta la eficacia biocida y en cambio puede dañar a las raíces de árboles jóvenes. Nunca se debe llegar a concentraciones de cloro libre de 30 ppm.

Los tratamientos se pueden repetir cada 6 horas. El cloro se puede aplicar en cualquier momento del riego, pero es conveniente que en la última hora no salga cloro por los emisores.

Método de cálculo para cloro líquido

1. Seleccionar el factor de la solución de cloro apropiado:

Solución de cloro al 5%: el factor es= 2,00

Solución de cloro al 10%: el factor es= 1,00

Solución de cloro al 15%: el factor es= 0,67

2. Multiplicar el factor de la solución por el caudal tratado en términos de litros/hora

3. Multiplicar la concentración deseada de cloro en términos de ppm.

4. Multiplicar por el factor 0,00001.

5. El resultado va a ser el caudal de inyección de cloro requerido en términos de litros/hora.

Por ejemplo

La solución de cloro es al 5%

El caudal es de 22710 l/h

La concentración deseada de cloro es de 10 ppm.

Caudal de inyección de cloro (l/h) = Factor Soluc. Cloro x Caudal (l/h) x Concentración deseada de cloro (ppm) x 0,00001 = 2,00 x 22.710,00 x 10 x 0,00001 = 4,54 l/h de caudal de inyección de cloro

En términos generales hay que calcular el agregado de 10 litros de hipoclorito por cada 100 m³/h de caudal y durante un tiempo de inyección de unas 4 horas, parando luego y dejando reposar 1 día. Esto se realiza para cada secuencia o turnado de riego.

Cuando se realiza el tratamiento preventivo con cloro debe lograrse que en el emisor más alejado, durante al menos 45 minutos, el agua debe salir con una concentración de cloro libre entre 0,5 y 1 ppm. Si el tiempo es inferior a 45 minutos no hay seguridad en el efecto bactericida (Pizarro, 1996). Si la concentración de cloro libre es menor, el efecto puede ser incluso contraproducente, ya que cantidades insuficientes de cloro pueden estimar el rápido crecimiento de las bacterias. La inyección debe hacerse antes de los filtros, para evitar crecimientos bacterianos en las arenas. Es preferible realizar una limpieza de los filtros antes del tratamiento; de esta forma disminuyen las necesidades de cloro.

4.2.2.5. Control mediante tratamientos con ácidos

Los tratamientos con aplicación de ácidos generalmente se realizan para disolver los precipitados de carbonato de calcio formado en el sistema de riego. Asimismo, se lo puede emplear para la limpieza de los emisores cuando hay otros depósitos minerales, tales como los óxidos férricos. Nunca se emplean para el tratamiento de algas ni de cualquier tipo de materia orgánica.

Para lograr un menor costo se debe transportar el ácido en su forma concentrada empleando fundamentalmente ácidos clorhídrico, nítrico y sulfúrico. El ácido fosfórico, cuando es aplicado como un fertilizante a través del sistema de riego, actúa también como un método preventivo contra la formación de precipitados.

Es especialmente importante tener en cuenta que cuando se trabaja con ácidos, se deben utilizar las protecciones correspondientes, tales como guantes, máscaras, ropa apropiada, etc.

Tanto el tubo de PVC como los de polietileno (PE) son resistentes a los ácidos, mientras que el aluminio, el acero y el asbesto-cemento son dañados por la corrosión de los mismos. En todos los casos, luego de realizar

un tratamiento con ácido siempre se debe continuar erogando agua sin ácido a través del sistema para completar el tratamiento, por lo menos una hora a fin de eliminar cualquier residuo de ácido en dicho sistema.

El ácido puede ser aplicado a través del sistema de riego por goteo por medio de una bomba para fertilización que sea resistente a los ácidos o bien mediante el sistema convencional de carga de un tanque de fertilización.

Aplicación de ácido a través de una bomba fertilizante: el objetivo del tratamiento con ácido es de bajar el nivel del pH en el agua de riego a valores entre 2 a 3 durante un corto periodo de tiempo (12 a 15 minutos). Ello es logrado mediante la inyección de una cantidad apreciable de ácido dentro del sistema.

Para ello se deben seguir las siguientes instrucciones:

1. Limpiar los filtros.
2. Purgar el sistema con agua limpia de la siguiente forma: primero la tubería principal, luego la de distribución y por último los laterales con los emisores. Utilice la mayor presión posible para esta purga. Desactive el regulador de presión y purgue los laterales, de a uno por vez. El empleo de agua limpia en primer lugar tiende a prevenir el taponamiento del sistema durante el tratamiento.
3. Combinar el caudal de agua dentro del sistema con la cantidad de ácido que será inyectado, mediante el caudal de la bomba fertilizadora.
4. Calcular la cantidad requerida de ácido que será inyectado dentro del sistema a fin de tener una concentración de ácido del 0,06% en el agua de riego. En forma práctica, con la concentraciones normales que se dan a continuación, se agrega 0,6 l de ácido por metro cúbico de agua y en dosis de ataque 1 l/m³ agua.
5. Inyectar el ácido en el sistema manteniéndolo durante un tiempo de 15 minutos a contar desde que el sistema a llegado a su máxima presión de operación.

Ácidos que se inyectan a una concentración del 0,6%

- Ácido nítrico al 60%
- Ácido fosfórico al 85%
- Ácido sulfúrico al 65%
- Ácido hidroclorohídrico al 33 – 35%

Generalmente los ácidos más económicos son el ácido sulfúrico (ácido para baterías) y el ácido hidroclorohídrico (ácido para piletas de natación).

Si se emplea un ácido de concentración diferente a la mencionada anteriormente, se debe hacer la siguiente corrección:

Concentración a aplicar = (Concentración citada/Concentración Obtenida) x 0,06

Por ejemplo

Si el ácido sulfúrico obtenido en el mercado es al 98% (usual para laboratorio) será:

Concentración a aplicar = (65/98) x 0,06 = 0,04%

Para calcular el volumen a entregar por cada 100 litros se emplea la siguiente fórmula:

$$VAA = \frac{CD \times 100}{CA \times \delta} = \text{litros de ácido cada 100 litros de agua donde:}$$

VAA= Volumen de ácido a agregar (l)

CD= Concentración deseada en el agua de riego (%)

CA= Concentración de ácido en el envase (gr%gr)

δ = Densidad del ácido (gr/ml)

Por ejemplo

Inyectar ácido sulfúrico al 98 % (g%g), con densidad de 1,84 g/ml en el sistema de riego, obteniendo una concentración del 0,06%

$$VAA = \frac{0,06 \times 1000}{98 \times 1,84} = 0,333 \text{ l de ácido por cada } 100 \text{ l de agua}$$

Si el sistema bombea 40 m³/h habrá que inyectar un volumen de: (40.000 x 0,333)/100= 133,20 l de ácido por hora. Habrá que ver cuánto tiempo va a estar operando cada secuencia o turnado de riego, considerando que en el momento inicial se riega sin ácido y en el final hay que lavar el ácido de la tubería.

En el punto mas alejado de la secuencia de riego que se está limpiando se controla al final de la manguera de riego el cambio de pH utilizando un papel de tornasol hasta observar el cambio de coloración. En ese momento se detiene el equipo, se pasa a la otra secuencia y así sucesivamente hasta incorporar el ácido a todo el sistema. Se mantiene al sistema en reposo 1 a 2 horas y luego se procede a la purga a la máxima presión posible, para lo cual convendrá cerrar algunas válvulas de la secuencia e ir intercambiando las mismas hasta purgar todo. El proceso de purga comienza por la tubería principal y secundaria, luego siguen los finales de las terciaras y finalmente se abren los finales de las mangueras de riego y se lavan las mismas.

Hay que tener en cuenta que, bajo ciertas condiciones de aguas duras con elevado pH (alcalino), va a ser necesario aumentar la concentración de ácido dentro del sistema a 1%.

Este manual ha sido realizado y producido en el marco de los proyectos de riego que la Provincia de San Juan lleva adelante a través del Ministerio de Producción y Desarrollo Económico, en articulación con el Departamento de Hidráulica y el INTA, con el financiamiento del Programa de Servicios Agrícolas Provinciales, PROSAP/UCAR.

AUTORES

Tec. Hidráulico Mario Liotta INTA: Resp Riego y Drenaje INTA - Esp, Rolando Carrión PROSAP: Resp Riego, Ing. Nicolas Ciancaglini PROSAP: Coordinador Riego y Drenaje, Ing. Alfredo Olguín INTA: equipo de Riego INTA.

EQUIPO PROSAP/INTA

Ing Hector Llera PROSAP: Coordinador Unidad Ejecutora Central Provincial de Proyectos Agropecuarios- UECPPA - MPyDE San Juan. Ing. Marta Paz, Ing. Orlando González, Ing. Nicolás Ciancaglini, Ing. Maximiliano Delgado, Ing. Mauro Cippitelli, Ing. Diego Molina; Lic. Luisa Graffigna; Lic. Lourdes Reggio, Esp. Rolando Carrión, Lic. Renata Campi, Lic. Natalia Casadidio, Lic. Gabriela Tomsig, Tec. Daniel Sagua, Tec. Gabriel Navarro, Ing. Agr. Juan M Gioja, Tec. Sergio Montaña, Tec. Federico Romero, Tec. Federico García, Tec. Alfredo Reyes, Tec. Luis González, Tec. Mariela Morales, Tec. Fabián Abad. **Técnicos INTA:** Ing. German Babelis; Esp. en RyD Mario Liotta, Ing. Alfredo Olguín, Tec. Pedro Gil e Ing. Débora Lavanderos.



Av. Libertador San Martín 750 Oeste - Piso 4, Núcleo 5 / (5400) San Juan
0264 430 5657 / epda@sanjuan.gov.ar / www.sanjuan.gov.ar