

AZUD

MANUAL DE MANEJO Y MANTENIMIENTO INSTALACIONES DE RIEGO POR GOTEO



Índice de contenidos

1. Introducción	4
2. Manejo del sistema	5
2.1. Manejo del sistema de riego por goteo subterráneo (RGS): generalidades	5
2.2. Manejo del sistema de rgs en cultivos extensivos	5
2.3. Manejo del sistema de rgs en cultivos leñosos	6
2.4. Control de humedad: uso de sondas	7
2.5. Dosis de riego	7
3. Mantenimiento	8
3.1. Mantenimiento de los elementos de la instalación	8
3.2. Operaciones de mantenimiento de instalaciones de riego por goteo	9
3.2.1. Limpiezas y lavados de la instalación	9
3.2.2. Tiempos de avance en laterales de riego	10
3.2.3. Análisis previos a la inyección de productos: análisis de agua y suelo	13
3.2.4. Inyecciones de productos al sistema de riego: generalidades	15
3.2.5. Inyección de abonos y ácidos	16
3.2.6. Inyección de fungicidas, herbicidas y desinfectantes	19
3.2.7. Inyección de cloro	19
3.2.8. Inyección de peróxido de hidrógeno (agua oxigenada)	22
3.2.9. Inyección de productos para agricultura ecológica	24
3.3. Mantenimiento específico de sistemas de RGS	25
3.3.1. Limpiezas y lavados específicos para instalaciones de rgs	25
3.3.2. Control de la obstrucción por raíces.	26
3.3.3. Control de roedores.	29



1. INTRODUCCIÓN

El manejo y mantenimiento correcto de las instalaciones de riego tiene un impacto positivo en el rendimiento de los cultivos, en la vida útil del sistema y en la optimización de las prestaciones de los sistemas de riego. Por tanto, ese mantenimiento y manejo contribuye positivamente a rentabilizar la inversión. Se debe establecer un programa regular con pautas organizadas de mantenimiento y manejo para conseguir estos buenos resultados.

2. MANEJO DEL SISTEMA

2.1. MANEJO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO SUBTERRÁNEO (RGS): GENERALIDADES

El principal objetivo del manejo del riego es ser excelentes productores de raíces. Este desarrollo radicular dependerá de los siguientes parámetros:

- La etapa de crecimiento de la planta.
- La profundidad de suelo disponible para el desarrollo radicular.
- La compactación y condiciones del suelo.
- La cantidad de agua del suelo.

Es importante estar al tanto del estado del desarrollo radicular y a qué profundidad está, para conocer la estrategia de RGS necesaria para manejarlo. Esto sólo puede conocerse con catas que deben realizarse cada cierto tiempo.

El manejo del riego también está determinado por el tipo de cultivo con las diferencias más importantes entre cultivos extensivos y leñosos, y entre plantaciones nuevas y plantaciones ya establecidas.

2. MANEJO DEL SISTEMA

2.2. MANEJO DEL SISTEMA DE RGS EN CULTIVOS EXTENSIVOS

El manejo de los sistemas de riego en cultivos extensivos, tiene dos vertientes:

Para nascencia: La estrategia de riego debe llevar humedad hasta la semilla para conseguir la nascencia. Para esto deben tenerse en cuenta elementos como el marco de instalación de los emisores, el caudal y profundidad del emisor y la textura del suelo. Esta textura podría considerarse un limitante en instalaciones de cultivos extensivos.

Fase de cultivo: Se recomienda realizar riegos de refresco y/o mantenimiento con el objetivo de conseguir la aireación suficiente para el desarrollo de las plantas, evitando la humedad en la parte superficial para prevenir la proliferación de malas hierbas, la evaporación y las pérdidas por percolación.



2. MANEJO DEL SISTEMA

2.3. MANEJO DEL SISTEMA DE RGS EN CULTIVOS LEÑOSOS

En cultivos leñosos el manejo del riego también tiene dos vertientes: en plantaciones nuevas o en plantaciones ya establecidas.

En plantaciones nuevas se deben proporcionar riegos más largos en función de la separación entre las plantas y la instalación de la tubería emisora, con el objetivo de crear grandes bulbos húmedos acercando la humedad a las plantas que todavía no tienen desarrollado el sistema radicular.

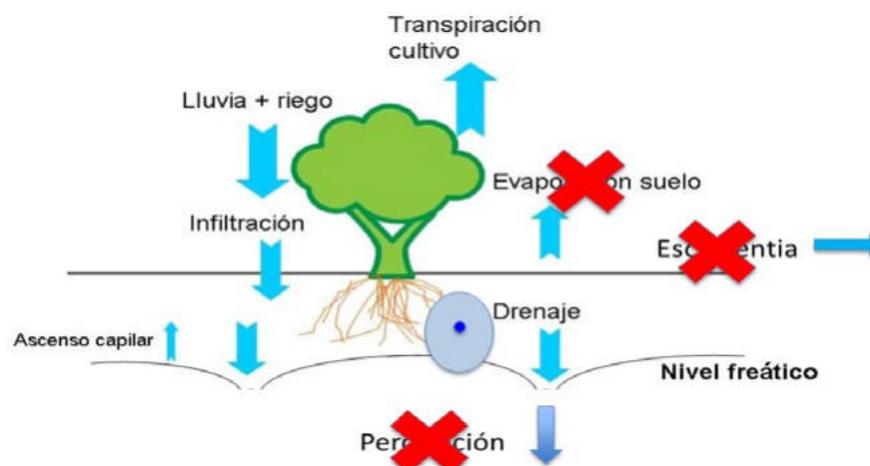


En plantaciones de leñosos ya establecidas se darán riegos con la frecuencia suficiente para no provocar estrés a la planta y cubrir sus necesidades, sin que llegue la humedad a la superficie (contrario a la fotografía adjunta). Se recomiendan riegos cortos y frecuentes.



Una de las grandes ventajas del RGS es el ahorro de agua. Con un manejo correcto del sistema, el ahorro puede llegar hasta un 30% menos comparado con otros sistemas.

Este importante ahorro se produce ya que la emisión de riego subterráneo evita la humedad en la superficie, previene las pérdidas por evaporación y percolación y las pérdidas por escorrentía.



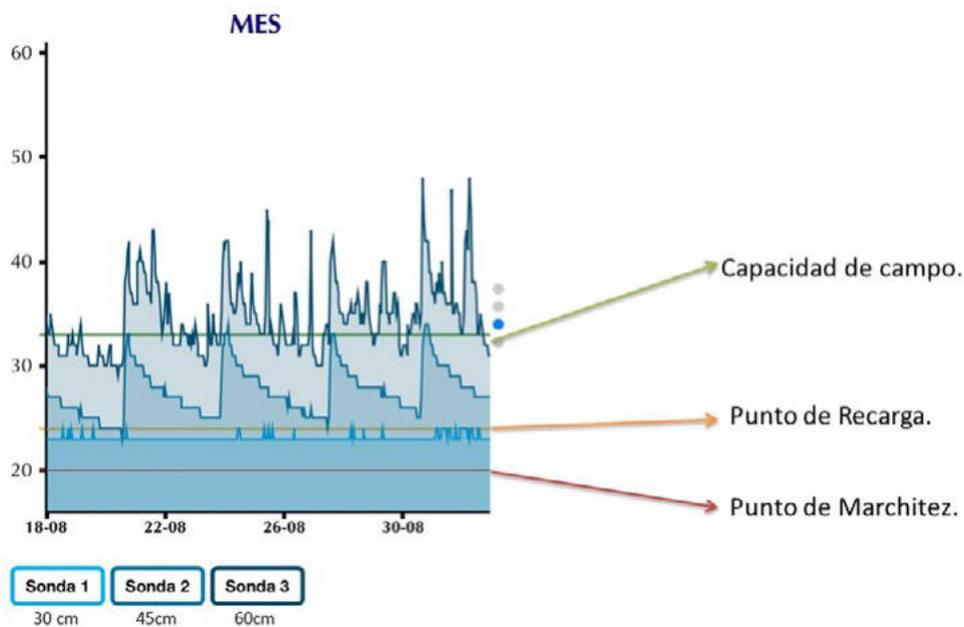
2. MANEJO DEL SISTEMA

2.4. CONTROL DE HUMEDAD: USO DE SONDAS

El uso de sondas es la mejor herramienta para el control y manejo adecuado de las instalaciones de RGS. Las sondas permiten medir el contenido de humedad del suelo a diferentes profundidades para actuar sobre el manejo del riego, tanto en dosis como en frecuencia.

Permiten iniciar el riego aportando agua cuando el suelo está en el límite inferior o punto de recarga, antes de que la planta llegue al punto de estrés o marchitamiento. Este punto es fácilmente medible mediante diferentes herramientas que permiten parar el riego cuando se llega a la capacidad de campo antes de pasar a saturación.

Una gestión eficiente de riego busca aportar agua solamente para humedecer la zona radicular efectiva, aunque en momentos puntuales se necesite aportar más agua por tema de sales, nascencia, etc. Se deben colocar tantos puntos de muestreo de humedad como tipos de suelo haya, en función del tamaño de la parcela.



2. MANEJO DEL SISTEMA

2.5. DOSIS DE RIEGO

Para cultivos leñosos se establecen las dosis función de emisores por árbol y se mide l/h aplicados por árbol. En cultivos extensivos se establece un sistema de emisores a marco fijo, aplicándose una pluviometría por superficie que se mide en mm ó l/m².



3. MANTENIMIENTO

3.1. MANTENIMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

El mantenimiento preventivo contribuye a prolongar la vida útil del sistema y controlar sus limitaciones. Dicho mantenimiento consiste en garantizar las condiciones adecuadas de los elementos de la instalación que se relacionan a continuación:

- **Contadores de agua:** Realizar lecturas periódicas de los contadores revelaría posibles problemas de obstrucciones con datos del caudal de riego de la instalación de forma inmediata que permiten comprobar si los emisores están dando el caudal teórico. Lo ideal es conocer este dato por sectores de riego individualizados.
- **Equipo de filtrado:** Realizar inspecciones periódicas del equipo de filtrado sea automático o manual y revisar los elementos filtrantes (discos, arenas o mallas) para asegurar el grado de filtrado requerido.
- **Tomas manométricas para control de presiones:** Realizar controles periódicos de las presiones del sistema para descubrir posibles problemas en las parcelas. Si se detecta una subida en la presión de la instalación, puede indicar problemas de obstrucciones.
- **Sistema de inyección:** Revisar el sistema de inyección para garantizar la inyección correcta de soluciones de fertilización, de productos preventivos y de limpieza.
- **Válvulas de lavado del sistema:**
 - Las válvulas de lavado de colectores de alimentación se abren cuando se arranca la instalación por primera vez para limpiarla y para evitar suciedad entre en los emisores.
 - Válvulas de los colectores de limpieza deben estar de forma obligada en las instalaciones de RGS. Se debe comprobar que están bien instaladas, bien localizadas y protegidas de agresiones externas, por ejemplo, en arquetas.
- **Ventosas:** Las ventosas se usan para evitar sobrepresiones y permitir la entrada y salida de aire en los paros y arranques de la instalación. Asimismo, es un elemento de gran importancia en las instalaciones de RGS que ayuda a evitar la succión por los goteros en el paro de la instalación, aunque se empleen goteros específicos antisucción como el AZUD PREMIER PC AS.



3. MANTENIMIENTO

3.2. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES DE RIEGO POR GOTEO

Las operaciones de mantenimiento de las instalaciones de riego por goteo pasan, en primer lugar, por tener los elementos anteriores en perfectas condiciones de funcionamiento para posteriormente realizar las tareas propiamente de mantenimiento, como son:

- Limpiezas y lavados del sistema.
- Inyecciones de producto al sistema de riego.
 - Abonos ácidos: nítrico, fosfórico, etc.
 - Cloro
 - Peróxido de hidrógeno (agua oxigenada)
 - Agricultura ecológica: acético, cítrico, oxálico, peracético.
- Otras acciones que ayudan al mantenimiento:
 - Programación de riegos

3. MANTENIMIENTO

3.2. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES DE RIEGO POR GOTEO

3.2.1. Limpiezas y lavados de la instalación

Las limpiezas y lavados de la instalación consisten en la apertura de válvulas en la red principal, secundarias y en los finales de ramal (laterales), mientras están presurizados regando. Esta acción aumenta la velocidad del flujo del agua dentro de la tubería limpiando de partículas contaminantes en los goteros y las paredes de las tuberías.

La limpieza de la instalación se debe realizar de forma regular y periódica, con una frecuencia que dependerá de la calidad del agua y del programa de mantenimiento establecido.

Se aconseja por lo menos limpiar una vez al mes, cumpliendo las siguientes velocidades de lavado:

- Tubería principal: 1,2-1,5 m/s
- Tuberías secundarias: 1,2-1,5 m/s
- Laterales de riego: 0,3-0,6 m /s

El lavado de los laterales se puede enfocar de forma manual o automática y en función de si están unidos al colector de limpieza o no, independientemente de que la tubería emisora esté enterrada.

La recomendación de AZUD en un sistema de RGS es instalar siempre un colector de drenaje o limpieza. De este modo, se puede limpiar una subunidad de riego completa con la apertura de una sola válvula, ahorrando mucho en costes de mantenimiento.



● **Limpieza Manual:**

- Laterales con anilla de cierre.
- Laterales con colector de limpieza y válvula manual.



● **Limpieza automática:**

- Laterales superficiales con válvula de limpieza. Cierran con $P > 0,1$ bar.
- Laterales con colector de limpieza y válvula automática.



En el proceso de lavado cuando se abren estas válvulas se observa un golpe fuerte de suciedad al principio y después el agua se aclara un poco pero sigue saliendo turbia. **Se debe dejar abierto el lateral hasta que el agua salga totalmente clara.** En caso de laterales sin colector de drenaje, no abrir demasiados para que la velocidad de lavado sea adecuada.

3. MANTENIMIENTO

3.2. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES DE RIEGO POR GOTEO

3.2.2. Tiempos de avance en laterales de riego

Antes de la inyección de productos hay que tener en cuenta el tiempo de avance del agua en los laterales para asegurar la óptima distribución de los productos inyectados en todos los emisores. **Para limpiar las instalaciones correctamente después de la inyección, se introduce agua para su lavado.**

No se debe confundir el tiempo de llenado del sistema con el tiempo de avance. El tiempo de llenado es el que transcurre desde que la instalación comienza a llenarse hasta que el sistema está lleno y presurizado, quedando estable para su funcionamiento. El tiempo de avance se calcula cuando el sistema ya está presurizado y lleno.

El volumen de agua a tratar es una información necesaria para calcular la cantidad de ácido a aplicar, y se determina cubicando el volumen de agua de todas las tuberías matrices y de los laterales de riego. Los cuadros N° 3.8 y 3.9 proporcionan información de los volúmenes de agua por cada 100 m de longitud para diferentes tipos de material.

Cuadro N° 3.8. Volúmenes de agua en mangueras de polietileno y cintas de riego (litros/100 m)

POLIETILENO	VOLUMEN (l)
Cinta 16 mm	20,1
Cinta 22 mm	38,0
Polietileno 12 mm	8,2
Polietileno 16 mm	13,7
Polietileno 20 mm	22,2

El resultado de la cubicación debe ser multiplicado por el factor de seguridad "3", debido a que se produce "gasto en camino". Es decir, cuando el agua ha alcanzado el lugar más apartado del centro de control, una parte del volumen tratado se evacua por los sectores de riego próximos al lugar de la inyección. El volumen total de agua en las tuberías se calcula basándose en el plano de instalación del sistema.

La aplicación de los productos debe ser efectuada varios minutos antes del término del ciclo de riego, buscando que el agua tratada alcance los lugares más apartados. Se sugiere utilizar la información del Cuadro N° 3.12 para determinar el tiempo estimado, que debe incrementarse un 20% como factor de seguridad.

Cuadro N° 3.9. Volúmenes de agua en tuberías de PVC (litros/100 m)

DIÁMETRO NOMINAL (mm)	CLASE		
	C-10	C-6	C-4
32	61,6	-	-
40	102,9	104,1	-
50	160,5	169,1	-
63	255,2	275,2	-
75	361,0	391,5	400,4
90	520,4	562,1	586,3
110	776,0	842,9	875,8
125	1.002,9	1.086,2	1.130,9
140	1.246,9	1.364,3	1.418,7
160	1.642,2	1.781,3	1.852,9
200	2.567,3	2.781,8	2.895,2
250	4.018,5	4.352,0	4.531,3
315	6.379,2	6.909,1	7.191,5
355	8.102,7	8.771,9	9.132,5

Cuadro N° 3.12. Tiempo de recorrido del agua (minutos/100 metros).

TIPO DE TUBERÍA	L (m)	T (minutos)
Lateral de riego (PE 16 mm)	100	10
Porta laterales (terciaria)	100	2
Secundaria	100	1
Matriz	100	1

A continuación, se detallan los tiempos de avance de los laterales de riego de la tubería emisora AZUD PREMIER, según el marco y caudal de los goteros.

Tiempo de avance (minutos) en laterales de riego de Ø16mm

Sep. Goteros (m)	0,3				0,5				0,75				1,0			
Caudal gotero (l/h)	1,0	1,6	2,3	3,5	1,0	1,6	2,3	3,5	1,0	1,6	2,3	3,5	1,0	1,6	2,3	3,5
Longitud lateral (m):																
100	11	17	6	-	25	21	11	-	38	28	17	11	47	34	21	14
200	13	20	7	-	28	24	12	-	44	33	19	13	54	38	24	16
300	14	21	8	-	30	25	13	-	47	34	21	14	58	39	25	17

Tiempo de avance (minutos) en laterales de riego de Ø20mm

Sep. Goteros (m)	0,3				0,5				0,75				1,0			
Caudal gotero (l/h)	1,0	1,6	2,3	3,5	1,0	1,6	2,3	3,5	1,0	1,6	2,3	3,5	1,0	1,6	2,3	3,5
Longitud lateral (m):																
100	28	18	13	9	43	27	19	13	59	36	24	15	76	48	34	21
200	32	19	14	-	48	31	21	14	67	41	28	17	86	54	38	24
300	33	20	-	-	51	32	22	14	72	44	30	18	91	57	39	26
400	34	-	-	-	52	33	23	-	75	46	31	19	96	60	40	27

3. MANTENIMIENTO

3.2. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES DE RIEGO POR GOTEO

3.2.3. Análisis previos a la inyección de productos: Análisis de agua y suelo

Analizar el agua de riego es fundamental para evaluar y determinar el riesgo potencial de toxicidad, taponamiento, salinidad e infiltración. La muestra usada debe ser representativa y extraída en el lugar donde se inyectarán los productos.

Análisis de Agua e Interpretación					
Componentes	Por que son importantes	Nivel de Riesgo			Fuente
		Bajo	Medio	Alto	
Sólidos suspendidos	Taponamiento físico	<50 ppm	50-100 ppm	>100 ppm	1
pH	Taponamiento químico	<7.0	7.0-8.0	>8.0	1
Sal	Taponamiento químico	<500 ppm	500-2,000 ppm	>2,000 ppm	1
Bicarbonato	Taponamiento químico	—	100 ppm	—	1
Manganeso	Taponamiento químico	<0.1 ppm	0.1-1.5 ppm	>1.5 ppm	1
Hierro total	Taponamiento químico	<0.2 ppm	0.2-1.5 ppm	>1.5 ppm	1
Sulfuro de hidrógeno	Taponamiento químico	<0.2 ppm	0.2-2.0 ppm	>2.0 ppm	1
Poblaciones bacterianas /gal	Taponamiento biológico	38 million/gal	38 - 190 million/gal	>190 million/gal	1
Poblaciones bacterianas/ml	Taponamiento biológico	<10,000/ml	10,000-50,000/ml	>50,000/ml	1
Aceite	Taponamiento Físico		desconocido		1
Sodio, adj. R_{Na}	Toxicidad que afecta el desarrollo de la planta	<3.0	3.0 - 9.0	>9.0	2
Cloruro, me/l	Toxicidad que afecta el desarrollo de la planta	< 4.0	4.0 - 10	>10.0	2
Cloruro, mg/l o ppm	Toxicidad que afecta el desarrollo de la planta	< 142	142 - 355	>355	2
Boro, mg/l o ppm	Toxicidad que afecta el desarrollo de la planta	< 0.5	0.5 - 2.0	2.0-10.0	2
EC_{w77} , dS/m	Salinidad (impide que las raíces absorban el agua)	<0.75	0.75 - 3.0	>3.0	2
EC_{w77} , TDS		480	1,920	1,920	2
Sodio, adj. R_{Na}	Problemas de infiltración (el agua no penetra en el suelo)				
0-3	...junto con EC_{w77} =	>0.7	0.7 - 0.2	<0.2	3
3-6	...junto con EC_{w77} =	>1.2	1.2 - 0.3	<0.3	3
6-12	...junto con EC_{w77} =	>1.9	1.9 - 0.5	<0.5	3
12-20	...junto con EC_{w77} =	>2.9	2.9 - 1.3	<1.3	3
20-40	...junto con EC_{w77} =	>5.0	5.0 - 2.9	<2.9	3

Referencias: (1) Bucks and Nakayama, 1980. (2) Ayers, 1977. (3) Westcott & Ayers, 1984.

Igual de importante que el análisis del agua, es el análisis del suelo. La tecnología del riego por goteo permite aplicar nutrientes y elementos para ajustar el suelo, de forma más precisa que otros métodos. Es preciso resaltar que el análisis de suelo y el análisis de la solución de suelo son diferentes, al igual que sus interpretaciones.

Además de los nutrientes, es preciso monitorear el pH del suelo, ya que la disponibilidad de los nutrientes, la solubilidad de los iones tóxicos y la actividad microbiana son afectadas por el pH.

Se deben observar que los productos químicos utilizados en el mantenimiento del sistema y los fertilizantes comúnmente utilizados reducen el pH del agua y por tanto, también pueden reducir el pH del suelo.

Además del pH, los niveles de sal y sodio en el suelo pueden ser monitoreados para evitar lesionar las plantas y afectar los suelos. El siguiente cuadro muestra las características de la salinidad de suelos (Plaster, E. J. (2000)).

Características de la Salinidad de Suelos					
Clase de suelo	Conductividad (mmhos/cm)	Sodio Inter-cambiable (%)	Relación de Absorción de Sodio	pH del Suelo	Estructura del Suelo
Salino	>4.0	<15	<13	<8.5	Normal
Sódico	<4.0	>15	>13	>8.5	Pobre
Salino-sódico	>4.0	>15	>13	<8.5	Normal

En función de estos resultados, se podrá evaluar el riesgo de obstrucción de los emisores fijar un protocolo de actuación adecuado para el mantenimiento de la instalación.

Riesgo de obturación de los emisores en función de la calidad del agua						
Parámetro	ORIGEN			RIESGO		
	Superficial	Pozo	Residual	Bajo	Medio	Alto
Sólidos en suspensión (mg/l)	*	*	*	<50	50-100	>100
Sólidos disueltos (mg/l)	*	*	*	<500	500-1.000	>2000
pH	*	*	*	<7	7-8	>8
Calcio (mg/l)		*		<10	10-50	> 50
Carbonatos (mg/l)		*		<100	100-200	> 200
Índice de Langelier		*		<0	0-0.5	>0.5
Contenido en Fe (mg/l)		*		<0,1	0,1-1,5	>1,5
Contenido en Mn (mg/l)		*		<0,1	0,1-1,5	>1,5
Contenido en SH ₂ (mg/l)		*	*	<0,5	0,5-2	>2
Población bacteriana n°/cm ³	*		*	<10.000	10.000-50.000	>50.000

3. MANTENIMIENTO

3.2. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES DE RIEGO POR GOTEO

3.2.4. Inyecciones de productos al sistema de riego: generalidades

Antes de realizar cualquier inyección al sistema, hay que conocer el caudal de inicio de la instalación. Si tiene contador (caudalímetro) es sencillo y si no, se puede calcular a partir del caudal del gotero multiplicado por el número total de goteros que riegan a la vez por sector.

Antes de inyectar cualquier producto a la instalación, se debe comprobar que es válido para el fin perseguido y que no es incompatible con otros, ya que se puede provocar una obstrucción en los goteros debido a sedimentación por precipitados. Antes de probar cualquier producto es muy importante conocer la información del fabricante respecto a su composición química, pureza, dosificación recomendada, solubilidad, CE, pH y su método y orden de preparación.

No obstante, antes de inyectar cualquier producto al sistema conviene hacer la "prueba del frasco" que consiste en tomar un frasco limpio y llenarlo con el agua que abastece al sistema. Se añade una pequeña cantidad del producto químico que a inyectar en una concentración un poco mayor a la que se realizará. Se agita bien el frasco y se coloca en un lugar donde permanezca en reposo durante 24h. Después se examina, revisando que la sustancia no se haya vuelto turbia, que no haya sedimentos en el fondo y que no se haya formado nata sobre la superficie. Si ocurre alguna de estas reacciones, se recomienda no inyectar este producto químico al sistema.

Es fundamental lavar el sistema siempre antes y después de inyectar cualquier producto para dejar limpia la instalación de cualquier residuo. Los productos químicos no deben atacar, corroer, ni afectar de alguna otra forma los materiales o componentes utilizados en el sistema. Algunos productos químicos pueden resultar muy dañinos, por ejemplo, el cloro puede dañar los componentes de bronce utilizado en los manómetros, medidores o propulsores de bombas y algunos plaguicidas atacan el PVC y otros plásticos.

Se debe verter el producto sobre el agua nunca al contrario, y para el almacenamiento se recomienda no almacenar juntos ácido con cloro. La solución a inyectar siempre debe ir filtrada antes de entrar al sistema, siendo recomendable una filtración independiente de la filtración del agua de riego.

Una de las ventajas que presentan los sistemas de riego por goteo es aplicar de forma controlada y uniforme, tanto el agua como otros productos para nutrición o mantenimiento de las instalaciones, como:

- 1) Abonos y ácidos para fertirrigación.
- 2) Fungicidas, herbicidas y desinfectantes.
- 3) Cloro.
- 4) Peróxido de hidrógeno (agua oxigenada).
- 5) Agricultura ecológica: abonos orgánicos, acético, cítrico, oxálico, peracético.

La concentración del ácido agregado al agua de riego dependerá del tipo de ácido y de su porcentaje de concentración, así como del tipo de tratamiento que se aplique en función de la problemática.

Tipo de ácido	Concentración del ácido Formato comercial (%)
Ac. Clorhídrico (HCl)	33 %
Ac. Sulfúrico (H ₂ SO ₄)	65 %
Ac. Nítrico (HNO ₃)	60 %
Ac. Fosfórico (H ₃ PO ₄)	85 %



En la siguiente tabla se recomiendan diferentes tratamientos en función del tipo de tratamiento (preventivo o de choque), ante la problemática de la obstrucción de goteros:

Tipo de Tratamiento	Concentración litros / (m ³ /h)	Frecuencia	Duración del tratamiento	pH Objetivo
Preventivo (1)	0,10-0,25	Continuo mientras riego	El mismo que de riego	6,5
Preventivo (2)	0,25-0,50	Todos los riegos	10-15 minutos al final del riego	6,0-6,5
Preventivo (3)	0,50-1,00	Cada 3-4 semanas	20-25 minutos al final del riego y 0,5 atm y lavado final a presión de trabajo	4,0-5,0
Choque (1) (0,6%)	1,0	Cuando detectamos algún gotero obstruido	10 minutos	3,0-4,0
Choque (2)	2,0-3,0	Cuando detectamos un alto porcentaje de goteros obstruidos	10 minutos y dejamos el ácido actuar durante 12 horas dentro de la instalación	2,0-3,0

Uno de los tratamientos más usuales es el de choque (1) que corresponde a una concentración del 0,6%. Para conseguir la concentración del 0,6% de ácido en el agua, hay que inyectar 1 litro de ácido por cada 1 m³/h de caudal de agua de la instalación a tratar y durante 10-15 minutos.

EJEMPLO:

- Caudal de la instalación: 60m³/h
- Tenemos detectados ya algunos goteros obstruidos en la instalación, aplicaremos un tratamiento de choque (1)
- Ácido necesario: 60 litros
- Tiempo de inyección 10 minutos

Concentración de ácido requerida = 60 (litros) / (60m³/h x 1000l/m³ x 1h/60min) x 10min = 0,6%

Si se utiliza un ácido con distinta concentración, por ejemplo, ácido sulfúrico al 95% en vez del 65% y se busca dar un tratamiento con concentración de 0,6%, la corrección será:

$$X * 95\% = 0,6\% \times 65\%; \quad \Rightarrow \quad X = (0,6\% \times 65\%) / 95\% = 0,41\%.$$

Para saber si el tratamiento es el correcto, se debe verificar el pH en el punto más alejado de la instalación donde el pH debe ser el indicado en la tabla por lo menos 5 minutos.

El **caudal que debe aportar la bomba inyectora** en la red se calcula mediante la fórmula:

$$q = (Q \times c) / (1000 \times C) \text{ siendo:}$$

- q= caudal de inyección en (l/h)
- Q= Caudal del agua de riego a tratar en (l/h).
- c= concentración de ácido en el agua de riego (l/m³).
- C=concentración de ácido grado industrial expresado en tanto por uno.

EJEMPLO: instalación que queremos mantener una concentración de ácido en el agua de riego de 3l/m³ en un caudal de circulación de 60m³/h y usaremos ácido nítrico concentrado 60%:

$$q = (60.000 \times 3) / (1000 \times 0,6) = 300 \text{ l/h}$$

3. MANTENIMIENTO

3.2. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES DE RIEGO POR GOTEO

3.2.6. Inyección de fungicidas, herbicidas y desinfectantes

En una instalación de RGS se pueden aplicar otro tipo de tratamientos para el manejo del cultivo y mantenimiento de la instalación, como los tratamientos fungicidas, herbicidas, insecticidas y desinfectantes. Cuando se emplean estos productos, se debe continuar regando por lo menos 30 minutos después de acabar de inyectar el tratamiento, para asegurar que queda bien limpia la instalación.

Con estos productos la precaución lo más importante es que realicen una emulsión de calidad, donde los componentes activos se mezclen con el agua sin crear capas de diferente composición. Si entran en contacto en concentraciones altas con algunos componentes de la instalación pueden provocar daños, ya que son altamente corrosivos.

Los insecticidas son productos que se emplean ante alguna invasión en el cultivo o para evitar el riesgo de intrusión dentro de los emisores que puedan provocar daño a los mismos. Se recomienda aplicar insecticidas con Imidacloprid 20% (P.e. Kohinor) con dosis en torno a 0,75-1,0l/hectárea. Dando un tratamiento en primavera y después cada 2 meses hasta la desaparición de la plaga, cara al otoño. En campaña de riego, es recomendable usar abonos ácidos y bajar los pH para mantener los emisores limpios.

3. MANTENIMIENTO

3.2. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES DE RIEGO POR GOTEO

3.2.7. Inyección de cloro

En muchas instalaciones hay residuos de algas muertas que atraviesan los filtros junto con algunos iones (hierro, sulfuro y manganeso), elementos que contenidos en el agua son un buen alimento para ciertas bacterias que oxidan las formas solubles transformándolas en insolubles que precipitan. Estos precipitados se unen a los cuerpos de las bacterias formando un mucílago o una masa gelatinosa que se adhiere a los goteros obstruyéndolos.

- Los sedimentos de hierro son color ocre y se producen a partir con concentración de 0,1ppm. El riesgo es mucho mayor cuando pasamos 0,4ppm y el pH está en 7-8.
- El sulfuro es problemático con concentraciones en el agua de 0,1ppm.
- El manganeso es menos frecuente pero presenta problemas con concentraciones de 0,2ppm y se agrava cuando sobrepasa 0,4ppm. Su color es oscuro.

La cloración es el tratamiento más eficaz para atacar este tipo de algas y bacterias (orgánicos), pero no muy efectivo para materias inorgánicas como arena o limos. Si se superan los valores de concentraciones antes indicados, se realizarán tratamientos de inyección continua para prevenir. Sus principales utilidades son:

- Impedir el depósito de residuos orgánicos y la consiguiente obstrucción.
- Destruir y descomponer las bacterias quimio-autótrofas (bacterias azufre, bacterias hierro y manganeso), así como el tamiz bacteriano en el sistema.
- Mejorar la eficiencia de la filtración y ahorrar agua de retrolavado de filtros de lecho.
- Limpiar el sistema de sedimentos orgánicos (la inyección de cloro no influye en los sedimentos inorgánicos).

En el mercado hay diversas fuentes de cloro activo: líquido en forma de lejía (hipoclorito de sodio), el cloro gaseoso, el cloro sólido (hipoclorito de calcio – Percloron, con 60-85% de cloro activo que no debe usarse con aguas duras) y el cloro ligado a compuestos orgánicos.

El producto más común es el hipoclorito de sodio (lejía), que contiene un 7-13% de cloro activo, es inestable y se descompone con el tiempo, la temperatura y la radiación solar. No debe almacenarse durante mucho tiempo, ni tenerse expuesto de forma directa a la luz solar. La opción más barata es la del cloro gaseoso pero es muy peligroso, por lo que para las instalaciones pequeñas se utiliza la lejía.

Se aplica inyectando cloro activo en el sistema de riego durante el funcionamiento y en una concentración determinada. Si se aplica cloro líquido, es posible hacerlo a través del sistema de aplicación de fertilizantes (siempre que sea resistente a ese producto). La frecuencia del tratamiento dependerá igual que con los ácidos de la problemática a tratar. Podría tener frecuencia diaria, semanal o mensual.

El punto de inyección más adecuado del cloro es el cabezal de bombeo para evitar el crecimiento bacteriano de la tubería principal y protege mejor el sistema de riego. No se debe reducir el pH por debajo de 6 durante la inyección de cloro. La cantidad de cloro que se aplique dependerá de la calidad del agua, de la limpieza de tuberías y del tamaño del sistema.

No es recomendable inyectar juntos ácidos y cloro porque si baja mucho el pH puede ser peligroso, ni inyectarlo con fertilizantes, ya que se pueden provocar reacciones térmicas explosivas. Tampoco se aconseja aplicarlo con los abonos nitrogenados porque se producen unos compuestos (cloraminas) muy estables que permanecen en el agua durante bastante tiempo y pueden dañar los cultivos.

Pueden emplearse dos métodos:

- Continuo en dosis reducidas en cada ciclo de riego, cuando hay valores de las concentraciones indicadas de Fe, Mn o sulfuros.
- Intermitente, en dosis mayores y en dos o tres ciclos de riego en el transcurso de la campaña.

Es importante tener en cuenta que la concentración de cloro residual en el agua del riego es inversamente proporcional al tiempo y a la distancia. En consecuencia, la menor concentración se encuentra en el punto más alejado del punto de inyección.

Sobre la base del conocimiento del sistema y sus necesidades, y a partir de la medición de la concentración de cloro que llega al final de las líneas, se puede decidir inyectar el cloro en un punto central y de allí distribuirlo por todo el sistema o aplicarlo en el cabezal de cada sección por separado.

Cuando la cloración tiene por objeto mejorar los resultados de la filtración (filtros de arena), se recomienda inyectar el cloro en la proximidad del cabezal de filtrado, asegurando una distribución uniforme entre los filtros.

La concentración de cloro a continuación de la batería de filtrado no debe ser menor que 1-2 ppm, en cloración continua, y el triple, en cloración intermitente.

Objetivo de la cloración	Método de aplicación	Concentración requerida en ppm	
		Punto de inyección	Fin de línea
Prevenir sedimentación	Continuo	3 - 5	+ 1
	Esporádico	10	+ 3
Limpieza del sistema	Continuo	5 - 10	+ 3
	Esporádico	15	+ 5

Cuando utilizamos hipoclorito sódico (100g cloro activo /litro de producto) los tratamientos serán de:

● **TRATAMIENTOS PREVENTIVOS:**

- Aplicar 10-20 cc/m³/h de agua los últimos 10 minutos al final de cada riego y dejar el agua en las conducciones hasta el próximo riego.
- Aplicar 100-200 cc/m³/h de agua cada 10-15 días y dejar la solución en la instalación durante 30-60 minutos y lavando posteriormente.

● **TRATAMIENTO DE CHOQUE:** Se realizará cuando no haya cultivo porque las dosis son altas y pueden dañarlos, o se debe hacer un lavado abundante para que el cloro residual se diluya.

- Si ya tenemos mucilagos y obstrucciones visibles en goteros: tratamiento de 500-1000 ppm de cloro libre (5-10 litros de hipoclorito sódico de 100g/l por m³ de agua). Se mantiene en la instalación durante 24h y luego se lava a presión para arrastrar todos los sedimentos.
- Si hay mucilagos en los filtros, se aplica hipoclorito sódico a dosis de 10.15 litros/m³ de agua y lo mantenemos 24h y luego se lava.

Cálculo: El caudal requerido de las soluciones de cloro que se inyectan, como el hipoclorito de sodio o cloro sólido disuelto, se calcula de la siguiente manera:

$$q = \frac{(Cl \times Q)}{(CO \times 10)}$$

- q = Caudal de la solución inyectada de cloro (lts/h).
- Cl = Concentración deseada de cloro activo en el agua de riego (ppm).
- Q = Caudal del sistema (m³/h).
- CO = Porcentaje de cloro activo en la solución.

EJEMPLO: Caudal del sistema 125 m³/h, porcentaje de cloro activo en la solución CO 10%, concentración deseada Cl 8 ppm.

$$q = \frac{(8 \times 125)}{(10 \times 10)} = 10 \text{ lts/h}$$

El cálculo precedente es adecuado para cualquier solución de cloro. En caso de utilizar cloro gaseoso, el cálculo para el mismo ejemplo es el siguiente:

$$q = Cl \times Q = 8 \times 125 = 1000 \text{ gr/h.}$$

Siendo (q) la cantidad necesaria de cloro gaseoso por hora.

Una vez introducida la cantidad en la escala del clorador, debe medirse la concentración del cloro en el agua. La medición de cloro activo en el agua se realiza mediante el equipo de prueba por cloro libre y total. Es preferible medir el cloro total (cloro total = cloro activo) y que no sobrepase el valor de 30ppm (mg/l) en el punto de inyección.

Es importante conocer el cloro residual en el punto más alejado del sistema (final de línea) y que no pase los valores fijados en la tabla anterior. De este modo, se irá corrigiendo el cloro aplicado en el cabezal analizando lo que llega al final de línea. Este valor de concentración de cloro se puede medir con tiras reactivas. Antes de medirlo en el final de línea se deja fluir el agua durante 15-20 segundos.

El tiempo de inyección será como mínimo de 45 minutos.

Fertilización y cloración simultáneas: la presencia de amonio o urea en el agua de riego reduce la eficiencia de la cloración. Por ello, se recomienda evitar la aplicación simultánea.

Las soluciones activas de cloro son peligrosas para los animales y seres humanos. Observe rigurosamente las instrucciones del fabricante. Evite el contacto con la piel y los ojos. No ingiera la solución, ni inhale sus vapores. Al manipular cloro, proteja los ojos y el cuerpo utilizando gafas e indumentaria adecuada. Antes de llenar un recipiente con solución de cloro, asegúrese de lavarlo de modo que esté absolutamente limpio de fertilizantes. Recuerde que el contacto directo del cloro con el fertilizante podría provocar una reacción térmica con peligro de explosión.

Tratamientos especiales: Antes de decidir someter al equipo a alguno de estos tratamientos especiales, se recomienda consultar a un agrónomo o técnico de nuestra empresa para evitar daños al cultivo o la utilización incorrecta de estas sustancias.

3. MANTENIMIENTO

3.2. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES DE RIEGO POR GOTEO

3.2.8. Inyección de peróxido de hidrógeno (agua oxigenada)

Cada vez es más común encontrar en el mercado productos compuestos oxigenados que funcionan perfectamente para la limpieza y eliminación de materia orgánica, barros y fangos (biofilm) por la acción de los agentes oxidantes (peróxido de hidrógeno, ácido peracético y ácido acético). Estos productos oxigenan el terreno y mejoran la asimilación de los nutrientes permitiendo que la planta crezca vigorosa para poder resistir mejor enfermedades y plagas. Son productos con formulación ácida con pH 1-2, que a la vez funcionan como desincrustantes de los depósitos calcáreos y no emiten vapores. Además, son productos biodegradables que no dejan residuos en el medio ambiente.

La concentración de peróxido de hidrógeno requerida dependerá de la calidad del agua (potencial de oxidación y reducción, y de la concentración del agua.

Hay algunos productos comerciales con 25% de concentración y la recomendación es diluir 10 litros de producto en 100 litros de agua. Esta mezcla se introduce en el sistema de riego a razón del caudal de la instalación distinguiendo dos tratamientos en función del tipo de tratamiento:

- Tratamiento de choque al final de la campaña, a razón de unos 5-10 litros de producto (6-12 Kg) por cada 20 m³/h de caudal de agua de riego.
- Tratamiento de mantenimiento antes de iniciar el riego de la siguiente campaña, a razón de 5 litros (6 Kg) de producto por cada 20 m³/h de caudal de agua de riego.

Una vez aplicado el tratamiento, cuando llegue a los finales de línea se deja por lo menos 2 horas en contacto el producto para que actúe. Después se abren los finales de línea introduciendo agua a presión para vaciar el circuito de riego. No conviene que la duración sea de más de 2 horas porque se pueden volver a generar incrustaciones.

Al igual que pasaba con el cloro, el peróxido de hidrógeno no es efectivo para tratar materia inorgánica como arena o limos. La concentración de peróxido no debe superar en ningún caso más de 500ppm (mg/l) en el punto de inyección. Se medirá el peróxido residual en el final de ramal más alejado de la instalación y con este dato, se ajustara la concentración en el inicio. La concentración de peróxido del final del ramal más alejado se puede medir con papel de tornasol, antes de hacerlo se debe primero dejar salir agua entre 10-15 segundos.

El caudal de inyección de peróxido de hidrógeno dependerá si se realiza de forma continua o selectiva o en un tratamiento de choque, conforme a la tabla siguiente:

Tratamiento	Concentración inyectada	Concentración residual en el final de línea más alejado
Inyección continua	50 ppm	0,5 ppm
Tratamiento frecuente	50-100 ppm	2-3 ppm
Tratamiento de choque Anual	200-500 ppm	8-10 ppm

La inyección se debe realizar como mínimo durante 45 minutos y como máximo durante una hora. Si se emplean productos con concentraciones al 35% o al 50%, para calcular el volumen de peróxido de hidrógeno requerido se usa la siguiente fórmula:

- Peróxido al 35% ➡ $V(cc) = 2,5 \times C(ppm) \times Q(m^3/h).$
- Peróxido al 50% ➡ $V(cc) = 1,8 \times C(ppm) \times Q(m^3/h).$

Donde:

- V: volumen de peróxido en (cc) a inyectar durante todo el periodo.
- C: concentración deseada de peróxido el agua (ppm). Será la suma de la que requiere el sistema más la concentración residual.
- Q= caudal en m³/h del sistema que tratamos.

EJEMPLO: Si tenemos peróxido de hidrógeno al 35%, con un caudal de 150m³/h y una instalación que termina la campaña de riego y se desea limpio para el año siguiente.

Con una concentración de 300ppm y se desea marcar un peróxido residual de 8ppm. $C=300+8=308$. $V(cc) = 2,5 \times 308 \times 150 = 115.500 \text{ cc}$ ➡ 115,5 litros de producto inyectados durante 45 minutos.

3. MANTENIMIENTO

3.2. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES DE RIEGO POR GOTEO

3.2.9. Inyección de productos para agricultura ecológica

Actualmente, la agricultura ecológica (AE) es una realidad y existen multitud de productos para aprovechar las ventajas de la fertirrigación mediante el sistema de riego por goteo. Por tanto, también está la necesidad de hacer mantenimiento mediante ciertos productos aceptados por la AE como son los ácidos acético, cítrico, oxálico y peracético.

Asimismo, hay multitud de abonos orgánicos aprobados por la AE también. Es posible el uso de nutrientes orgánicos en el sistema de riego pero hay que tener un cuidado especial, ya que son menos solubles en el agua y tienen altas concentraciones de sólidos en suspensión con potencial para generar problemas de sedimentación y daños a la instalación. Se debe evitar la combinación y asegurar la preparación de la solución adecuada. Por supuesto, es necesario un sistema de filtrado y un programa de mantenimiento eficaz con lavados del sistema, acidificación y desinfección con cloro o peróxido de hidrógeno para garantizar el funcionamiento correcto.

3. MANTENIMIENTO

3.3. MANTENIMIENTO ESPECÍFICO DE SISTEMAS DE RGS

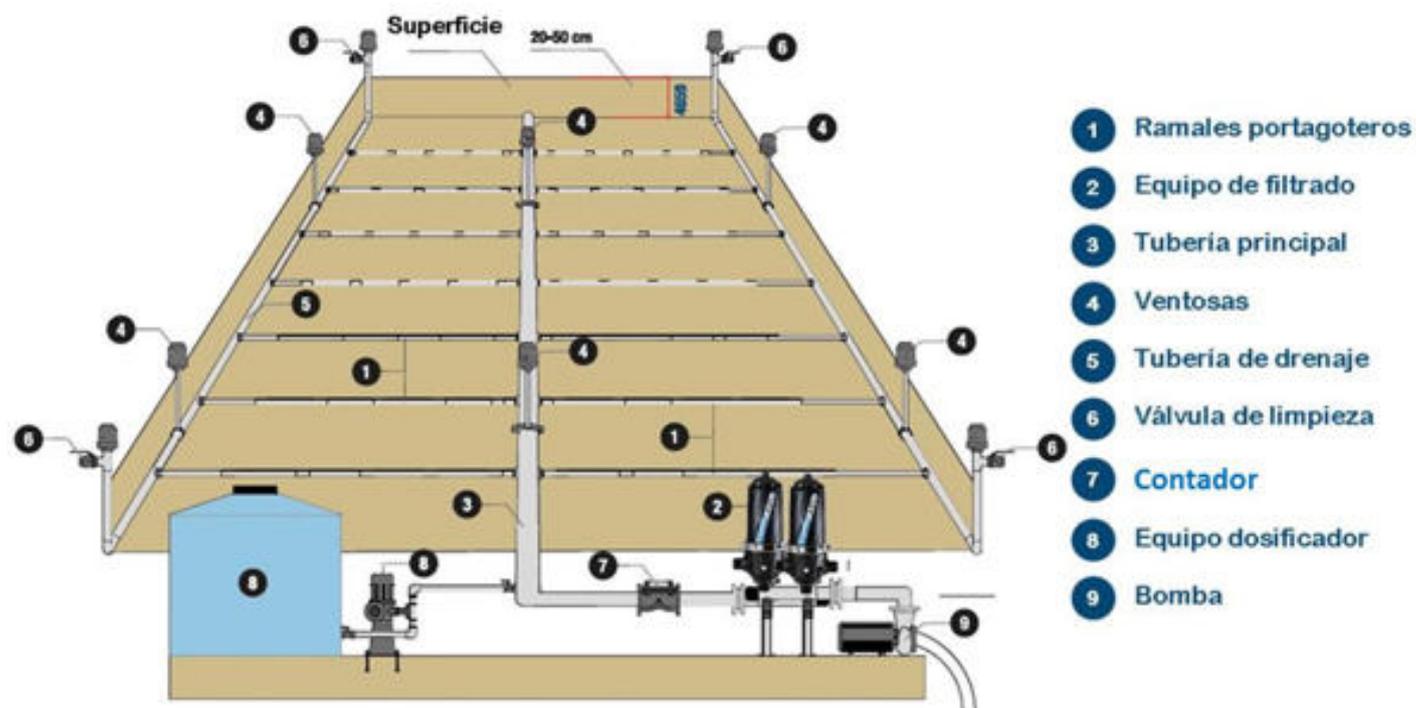
3.3.1. Limpiezas y lavados específicos para instalaciones de RGS

En las instalaciones de RGS, además de ser válidos todos los elementos anteriores, cabe destacar la importancia de los colectores de limpieza o drenaje, donde se unen todos los laterales de la instalación terminando en una válvula de limpieza (manual o automática).

Debido a que los laterales de riego están enterrados se considera vital desarrollar un buen mantenimiento preventivo para prevenir problemas potenciales, teniendo en cuenta también que las inversiones en estos sistemas, son más altas. Se recomienda que las instalaciones de RGS tengan colectores de limpieza ya que se requiere un mantenimiento más estricto. Conseguir velocidades de limpieza de 0,4-0,6 m/s es requisito fundamental y con una periodicidad según la calidad del agua. Se recomienda realizarlos cada 2-3 semanas y luego ajustar la frecuencia entre lavados en función de la turbidez del agua.



En la imagen siguiente se detalla un esquema de este tipo de instalaciones:



3. MANTENIMIENTO

3.3. MANTENIMIENTO ESPECÍFICO DE SISTEMAS DE RGS

3.3.2. Control de la obstrucción por raíces.

Dado que los emisores están enterrados cerca de la zona radicular, en RGS existe el riesgo de que los pelos radiculares entren al emisor provocando problemas de obstrucción con la consiguiente reducción del caudal, incluso la obturación total.

La principal razón de obstrucción por raíces es una irrigación insuficiente. Cuando se aplica menos agua de la que la planta necesita, la raíz se acerca y desarrolla adyacente al emisor, introduciéndose en algunos casos. Por tanto, el mejor control de la obstrucción por raíces se realiza con un manejo y mantenimiento correcto.

Los elementos que afectan directamente al riesgo de obstrucción son la forma de regar (dosis y frecuencia), el uso de abonos ácidos, el uso de productos químicos de control de raíces, entre otros. El emisor en sí puede ser más o menos resistente a la entrada de las raíces, pero si el manejo y mantenimiento no son correctos, los emisores no resisten la intrusión radicular.

Las herramientas para el control de las raíces en sistemas de RGS son varias y se utilizan en función de los tipos de cultivos, del manejo del agricultor y del sistema de cultivo en ecológico o tradicional:

- 1) Manejo del riego correcto.
- 2) Limpieza de la instalación frecuentemente.
- 3) Fertirrigación con abonos ácidos.
- 4) La inyección de herbicidas.

El mejor control anti-raíces es un manejo correcto del riego que consiste en proporcionar a la planta sus necesidades manteniendo la humedad mínima en el suelo, sin ocasionar estrés hídrico a la planta.

Esta forma de regar permite a las raíces esparcirse por todo el volumen humedecido del suelo, sin concentrarse cerca del emisor. Son muchas las referencias que no utilizan ningún tipo de tratamiento químico adicional y no tienen problemas de raíces, simplemente lo consiguen con un manejo del riego correcto.

Esta es la mejor herramienta y consiste en aplicar riegos cortos y frecuentes que mantengan un mayor contenido de humedad en la zona que rodea el gotero, sin interferir en estrategias agronómicas de períodos secos (riego deficitario controlado).

Aparte de evitar la intrusión radicular, con un buen control de la humedad se proporcionan a los cultivos las condiciones óptimas para obtener mayores rendimientos.



El objetivo es mantener un nivel de humedad bajo superficie y en la zona radicular activa, nunca en la superficie, excepto en casos de nascencia de cultivos extensivos, único caso justificado para ver humedad en la superficie. La mejor forma de hacer este control es mediante sondas de humedad.



No obstante, hay casos donde exista la necesidad de que el cultivo tenga “periodos secos”, bien como estrategia de búsqueda de calidad de fruto (riegos deficitarios controlados-RDC, etc), o bien por falta de agua y/o aumento inesperado de las necesidades del cultivo. Durante y/o al final de la temporada de riego, están herramientas de inyección de abonos ácidos y herbicidas.

La limpieza de la instalación se debe realizar frecuentemente, mínimo cada 3 o 4 semanas (en función de la calidad del agua), para que eliminen cualquier suciedad que tengan los goteros. Con la apertura y cierre de los colectores de limpieza, se consigue que la membrana del gotero expulse estas partículas por su capacidad autolimpiante.

Se necesitan emisores con grandes pasos de laberinto como el AZUD PREMIER PC AS, resistentes a las obstrucciones y con un diseño estudiado, de forma que cuando las válvulas de limpieza se abren son muy fáciles de limpiar incluso ante cambios de presión y velocidad del agua.

Si estas partículas no salen con frecuencia del gotero pueden obstruir el laberinto aumentando el riesgo de intrusión radicular. No obstante, en la acumulación de partículas también influye la velocidad del agua y presión a la que trabaja el gotero. Ante velocidades y presiones bajas, existe más riesgo de obstrucción. Por esta razón, es necesaria la colocación de colectores de limpieza en las instalaciones de subterráneo que permitan abrir las válvulas de limpieza con facilidad para realizar el mantenimiento de la instalación.

La aplicación de abonos ácidos mediante la fertirrigación funciona muy bien. Estos productos actúan como limpiadores de los goteros, son buenos para fertirrigar y crean una atmósfera ácida en la zona cercana del gotero que previene la intrusión de raíces. Por tanto, se recomienda dar un tratamiento más fuerte al final de la campaña de riego para dejar un ambiente ácido cerca del gotero hasta la campaña de riego siguiente. Son muchas las instalaciones que con un buen manejo y la fertirrigación adecuada mantienen las instalaciones de riego por goteo subterráneo sin la necesidad de aplicar productos como los herbicidas.

Los herbicidas deben aplicarse sin provocar estrés a la planta. El objetivo es aplicarlos en la dosis y momento adecuado para quemar e irritar los pelos radicales que se acerquen, sin producir daño a la planta.

Actualmente, según los países las dos materias activas usadas para el control de raíces son la trifluralina y la pendimetalina que se encuentran en los siguientes productos comerciales:

- Treflan: trifluralina 48%
- Prowl: pendimetalina 33%
- Pendalin: pendimetalina 33%
- Stomp: pendimetalina 45,5%

Para calcular la cantidad de un producto comercial a inyectar en un sistema de RGS, se procede de la siguiente forma:

1. Usar un valor de coeficiente 7 (coeficiente que simplifica conversión de unidades) y se divide por el porcentaje de la sustancia activa del producto comercial.
2. El resultado de este cálculo es el volumen en centímetros cúbicos del producto comercial a inyectar por cada gotero.
3. Multiplicar el número de goteros por unidad de superficie a tratar por el volumen del producto comercial calculado anteriormente (2). En caso de tener más de 3 goteros por metro, se procede a calcular en base a estos 3 y no a los reales.
4. Las dosis van a oscilar entre 0,25-0,50 cm³/gotero.
5. El objetivo es formar un bulbo con el producto de 4 cm de diámetro alrededor del gotero.

El **número de tratamientos por temporada** con los herbicidas será entre 1 y 2 en función de:

- Tipo de suelo: en suelos arenosos (>70% arena y <8% arcilla) con frecuencia: 2/año y se parten en dos (a la mitad) en dos semanas consecutivas.
- Paradas del riego: En caso de provocar paradas de riego inducidas (riego deficitario controlado) o que se reduzca el aporte de agua y no se cubren las necesidades de la planta, se debe plantear dar 1 tratamiento adicional.
- Duración de temporada de la fertilización y del riego: cuando se está fertirrigando, sobre todo si es con abonos ácidos, no es necesario aportar los tratamientos adicionales.
- **Tipo de cultivo:**
 - **Cultivos leñosos:** 2/año a partir del segundo año de edad. El primero en el primer tercio de la temporada de riego y el segundo, antes de finalizar la temporada de riego.
 - **Cultivos extensivos:** 1/año cuando terminamos la temporada de riego.

Antes de realizar el tratamiento se deben de tomar las siguientes **precauciones:**

- Comprobar que el terreno no esté demasiado húmedo, regar 20 minutos y si no sube la humedad se puede realizar. Si está sobresaturado por riego o lluvia no aplicarlo. De hecho, es recomendable que el suelo esté seco incluso saltarse un riego para asegurarnos.
- Revisar cualquier fuga o avería de la instalación y repararla antes de aplicar el tratamiento.
- Ojo en cultivos de pradera, césped, etc... que no haya tubería demasiado superficial y pueda quemar al cultivo.
- Verificar que el equipo de fertirrigación se encuentran en buenas condiciones y aporta el caudal adecuado.
- No aplicar tratamiento en substratos o cultivos recién sembrados o plantados con poco volumen de raíces.

- No aplicar en caso de cultivos ecológicos.
- Intentar aplicar el tratamiento en un tiempo de 20-30 minutos no más.
- Dejar el sistema regando después de la inyección respetando el tiempo de avance en los laterales, no retrasar ni adelantar el cerrado del sistema.
- Dejar pasar 24h tras el tratamiento, antes del próximo ciclo de riego, en caso de tratamientos en temporada de riego, el segundo se dará siempre en el último riego de la temporada.

EJEMPLO:

- Pendalin 33%: $7/33 = 0.212$ cc/gotero (1 litro alcanza para 4.700 goteros). Para 10.000m de tubería emisora por hectárea con goteros a 0,20m (más de 3 goteros por metro), se realiza esta cuenta $3/m \rightarrow 30.000$ goteros/ha. Se necesita $0.212 \times 30.000 = 6.360$ cc = 6.36 litros de Pendalin. Si además hay una bomba que da 300 l/h y desea inyectar en 20 minutos = $60/3 \rightarrow 300/3 = 100$ litros. Esta bomba da 100 litros/ 20 minutos, por lo que los 100 litros se componen de 6.36 litros de Pendalin y 93.64 litros de agua.
- El procedimiento sería iniciar el riego y esperar a que las presiones se estabilicen, llenamos un tanque donde se echan los 93,64 litros de agua y verter sobre este los 6.36 litros de Pendalin. Después se inicia la inyección desde el tanque al sistema, que lo inyectará durante 20 minutos. Esperar que el agua continúe fluyendo y salga todo el producto hasta el emisor de la instalación más alejado (Tener en cuenta el tiempo de avance en laterales de riego). Se para el sistema y se deja actuar el producto al menos 24 horas antes de volver arrancar instalación de riego.

3. MANTENIMIENTO

3.3. MANTENIMIENTO ESPECÍFICO DE SISTEMAS DE RGS

3.3.3. Control de Roedores.

El control de roedores es uno de los problemas más comunes en instalaciones de RGS en cultivos permanentes como la alfalfa, ocasionando daños en los cultivos e incluso en los sistemas de riego.

Por ejemplo, la alfalfa es un cultivo permanente dónde no se realiza labor en periodos de 4-5 años generando un terreno adecuado para la creación de madrigueras y entrada de roedores. No obstante, tiene tantos beneficios el uso de RGS en cultivo de alfalfa que merece la pena tener un buen plan de control de los mismos, si existe la posibilidad de tener problemas con ellos. El mejor control de los mismos es realizándolo de una manera preventiva:

- Preparación optima del terreno antes de realizar la instalación, asegurando que no hay roedores en la parcela.
- Vigilancia permanente para detectar si hay entrada e intentar actuar lo más rápido posible sobre él foco.
- Control de los mismos en las zonas limítrofes a las parcelas, con la colocación de venenos en las lindes para evitar la entrada y en los accesos de las madrigueras.
- Aplicación de productos a través del sistema de riego:
 - Abonos preventivos que aportan olores y sabores negativos en los cultivos para roedores.
 - Fitoprotectores repelentes.
 - Raticidas.

Con una planificación adecuada y buenas prácticas de gestión preventiva, las amenazas de roedores pueden ser minimizados en los sistemas de RGS, dejando a los productores de alfalfa disfrutar de las grandes ventajas diferenciadoras que presenta el RGS frente a otros sistemas de riego, como son: un mayor rendimiento, mayor eficiencia de aplicación y mayor ahorro de agua. Es una cuestión que no está paralizando la implantación de RGS en cultivo de alfalfa, sino promoviendo un cambio de gestión.

Referencias

- Ayers, R. S. (1977). Quality of water for irrigation. *Journal of the irrigation and Drainage Division*, 103(2), 135-154.
- Bortolini, L., & Friso, D. (2017). Accuracy of Calculation of Parameters for Characterization of Emitters in Trickle Irrigation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 143(11), 06017012.
- Bucks, D. A., & Nakayama, F. S. (1980). Injection of fertilizers and other chemicals for drip irrigation. In *Technical conference proceedings-Irrigation Association*.
- Plaster, E. J. (2000). *La ciencia del suelo y su manejo* (No. 631.4 P715c). Madrid, ES: Edit. Paraninfo.
- Westcott, D. W., & Ayers, R. S. (1984). Irrigation water quality criteria. In *'Irrigation with reclaimed wastewater: A guidance manual* (No. 81-1WR, pp. 3-1). Report.

AZUD

MANUAL DE MANEJO Y MANTENIMIENTO
INSTALACIONES DE
RIEGO POR GOTEO

