

El manejo de Fertilizantes a Través de los Sistemas de Riego: *FERTIRRIGACION* (Parte II)

Por Albert (Al) Ludwick

(Traducido y adaptado por Ignacio Lazcano-Ferrat.)

La calidad del agua es un componente clave para el éxito de la fertiirrigación y necesita especial atención.

Debido a que el agua es el vehículo de los fertilizantes en cualquier sistema de fertiirrigación, el manejo y su calidad son determinantes en el éxito del sistema de riego-nutrición. La calidad del agua utilizada es especialmente crítica en los sistemas de riego por goteo. Estos sistemas deben mantenerse libres de sólidos suspendidos (no disueltos) dentro del sistema. La calidad del agua también incluye a los microorganismos que ésta contiene. Estos pueden tapar los orificios de los emisores y causar graves problemas durante la aplicación de fertilizantes. La tabla 1 presenta los riesgos de taponamiento en sistemas de fertiirrigación por goteo.

Tabla 1. Taponamiento potencial de agua de irrigación usada en sistemas de fertiirrigación por goteo.

Tipo de problema	Nivel de Riesgo, ppm		
	Bajo	Moderado	Alto
<i>Físico</i>			
Sólidos suspendidos	<50	50-100	>100
<i>Químico</i>			
pH	<7.0	7.0-8.0	>8.0
Sal	<500	500-2000	>2000
Bicarbonato		<100	
Manganeso I	<0.1	0.1-1.5	>1.5
Fierro total I	<0.2	0.2-1.5	>1.5
Acido sulfúrico	<0.2	0.2-2.0	>2.0
<i>Biológico</i>			
Bacteriana (carga)	<10 ³ /ml	10 ³ -50 ³ /ml	<50 ³ /ml

¹ Cuando se está probando Fe y Mn, acidifique a pH de 3.5 antes de tomar la muestra.

La precipitación de los fertilizantes agregados dentro del sistema ocurre si la solubilidad del fertilizante es excedida o si existe alguna reacción entre el fertilizante y alguna impureza en el agua de riego. Además, debe de considerarse la compatibilidad entre los diferentes productos fertilizantes a ser usados dentro de los sistemas. Un problema muy frecuente es el que se da con el Calcio (Ca), especialmente cuando el Ca se encuentra en concentraciones que exceden 100 ppm (100 mg/litro de agua). A medida que la concentración de Ca aumenta y los fosfatos se inyectan, la probabilidad de precipitación se incrementa. Los precipitados resultantes son depositados en las paredes de las tuberías y cerca de los orificios de emisores y aspersores pudiendo

tapar completamente la salida del sistema de riego. También las precipitaciones pueden ocurrir cuando el pH del agua se incrementa, como en el caso de aplicaciones de amoniaco anhidro. Otro problema adicional relacionado con la precipitación de calcio es el hecho del incremento en la cantidad de sodio en el agua de riego. Esto ocasiona que la tasa de adsorción de sodio (RAS) se incremente y ocasione problemas de compatibilidad con productos fertilizantes.

Para contrarrestar un poco el problema de inyectar productos fertilizantes de solubilidad limitada dentro de los sistemas de irrigación, el equipo "inyector de yeso" ha sido utilizado con éxito durante los últimos años en el Oeste de los Estados Unidos (E.U.A). Este equipo consiste en un tanque mezclador y una bomba inyectora que "sifonea" la solución saturada y la introduce en la línea de riego. Estos equipos son muy útiles para la mezcla e inyección de una gran variedad de fertilizantes sólidos además de yeso.

Si el agua de riego tiende a ser salina, la cantidad total de sales a aplicar durante el riego es lo importante. No se debe de considerar en forma aislada la cantidad de fertilizante a aplicar en cada fertiirrigación, sino el conjunto de sales y su composición durante todo el ciclo de cultivo. Las diferentes especies y variedades utilizadas varían significativamente en su tolerancia a la salinidad y la acumulación en la temporada (debida a múltiples riegos) de cierta cantidad de sal puede ser mas dañina para unos cultivos y no tanto para otros. La tabla 2a. muestra la clasificación cualitativa de las aguas de riego y la tabla 2b muestra la disminución de la producción en algunos cultivos de importancia.

Tabla 2a. Clasificación cualitativa de las aguas de riego.

	Clase 1 de excelente a buena	Clase 2 de buena a perjudicial	Clase 3 de perjudicial a insatisfactoria
CE en dS/m	Menos de 1.0	1.0-3.0	Más de 3.0
Ppm de boro	Menos de 0.5	0.5-2.0	Más de 2.0
Porcentaje de sodio	Menos de 60	60-75	Más de 75
Meq/l de cloruro	Menos de 5	5-10	Más de 10

CE= Conductividad eléctrica en desi siemens/m.
Meq= Mili equivalentes

Tabla 2b. Disminución de la producción debido a la salinidad en algunos cultivos de importancia.1

Cultivo	CE _e ²	CE _a ³	RL	CE _e	CE _a	RL	CE _e	CE _a	RL	CE _e	CE _a	RL	CE _e ⁴
	(0%)			(10%)			(25%)			(50%)			(Máximo)
Remolacha5	4.0	2.7	9%	5.1	3.4	11%	6.8	4.5	15%	9.6	6.4	21%	15.0
Brócoli	2.8	1.9	7%	3.9	2.6	10%	5.5	3.7	14%	8.2	5.5	20%	13.5
Tomates	2.5	1.7	7%	3.5	2.3	9%	5.0	3.4	14%	7.6	5.0	20%	12.5
Melón	2.2	1.5	5%	3.6	2.4	8%	5.7	3.8	12%	9.1	6.1	19%	16.0
Pepinos	2.5	1.7	8%	3.3	2.2	11%	4.4	2.9	14%	6.3	4.2	21%	10.0
Espinaca	2.0	1.3	4%	3.3	2.2	7%	5.3	3.5	12%	8.6	5.7	19%	15.0
Col	1.8	1.2	5%	2.8	1.9	8%	4.4	2.9	12%	7.0	4.6	19%	12.0
Papas	1.7	1.1	6%	2.5	1.7	9%	3.8	2.5	13%	5.9	3.9	20%	10.0
Maíz dulce	1.7	1.1	6%	2.5	1.7	9%	3.8	2.5	13%	5.9	3.9	20%	10.0
Camotes	1.5	1.0	5%	2.4	1.6	8%	3.8	2.5	12%	6.0	4.0	19%	10.5
Pimientos	1.5	1.0	6%	2.2	1.5	9%	3.3	2.2	13%	5.1	3.4	20%	8.5
Lechuga	1.3	0.9	5%	2.1	1.4	8%	3.2	2.1	12%	5.2	3.4	19%	9.0
Rábanos	1.2	0.8	4%	2.0	1.3	7%	3.1	2.1	12%	5.0	3.4	19%	9.0
Cebollas	1.2	0.8	5%	1.8	1.2	8%	2.8	1.8	12%	4.3	2.9	19%	7.5
Zanahorias	1.0	0.7	4%	1.7	1.1	7%	2.8	1.9	12%	4.6	3.1	19%	8.0
Frijoles	1.0	0.7	5%	1.5	1.10	8%	2.3	1.5	12%	3.6	2.4	18%	6.5

¹ Adaptado de "Quality of Water for Irrigation". R. S. Ayers. *Jour. of the Irrig. And Drain. Div. ASCE. Vol. 103, No.*

IR2, June 1977. p. 141.

² CE_e es la conductividad eléctrica del extracto de saturación de suelo, en dS/m a 25° C.

³ CE_a es la conductividad eléctrica del agua de riego expresada en dSm a 25° C.

⁴ La CE_e máxima es la conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo a la que cesa el crecimiento del cultivo.

⁵ Sensibles durante la germinación CE_e no debe exceder los 3 dS/m.

Compatibilidad de los Fertilizantes

Problemas de compatibilidad pueden ocurrir cuando se combinan distintos productos fertilizantes. Si se conocen de antemano estos problemas, entonces esos productos deben de utilizarse en forma alternada o deben de utilizarse en riegos diferentes, nunca mezclados o juntos en el mismo riego. Las siguientes son reglas generales que deben de seguirse al preparar soluciones fertilizantes:

- 1) Siempre utilice equipo de seguridad adecuado.
- 2) Considere los efectos de mezclar diferentes soluciones de fertilizante en el mismo tanque mezclador; ejemplo: cambios bruscos de temperatura, etc.
- 3) Conozca las reacciones del fertilizante a utilizar **dentro** del sistema de riego.
- 4) Antes de elegir el fertilizante conozca bien

las características del sistema de riego a utilizar; i.e. susceptibilidad a taponarse, resistencia a la corrosión, etc..

La figura 1 muestra la compatibilidad de algunos de los fertilizantes mas comunes. Sin embargo, si existe alguna duda sobre la compatibilidad de alguna mezcla, consulte a un experto. Además, es siempre bueno hacer una prueba preparando pequeñas cantidades en las mismas proporciones que se planean usar en campo antes de mezclar en forma definitiva los materiales a utilizar. Es importante confirmar la compatibilidad de los fertilizantes a combinar siempre antes de preparar la mezcla final. **Recuerde, si duda de la compatibilidad NO LOS MEZCLE.** La prueba de compatibilidad puede realizarse en un pequeño frasco de vidrio transparente; es práctico y ayuda a prevenir muchos problemas. Esta prueba incluye el utilizar los productos que realmente se van a utilizar junto con el agua de riego que se tiene. Las temperaturas y materiales

deben de ser los que se utilizan en forma rutinaria. Observe a través del frasco si existen precipitados o turbidez por alrededor de dos horas. Si estos llegan a presentarse en la solución del frasco, existe una gran probabilidad de que la inyección de la solución cause taponamientos en los emisores y/o mucha ineficiencia en la aplicación de los fertilizantes.

Equipo de Seguridad en los Equipos de Inyección

Existen muchas maneras de instalar equipos de inyección y las opciones en equipos es muy variada. Sin embargo, independientemente del tipo de equipo, existen algunas medidas de seguridad que deben ser utilizadas. Siempre considere la instalación de los aditamentos necesarios para evitar contaminaciones, derrames, mezclas no deseadas, taponamientos y corrosión en los equipos de riego e inyección de fertilizantes. La tabla 3 presenta algunos de estos aditamentos y su función dentro del sistema. Estos aditamentos son muy necesarios debido a que frecuentemente los equipos de inyección son dejados sin atención por muchas horas durante su operación. Si estos aditamentos no son utilizados, un mal funcionamiento de los equipos puede ocasionar

derrames serios u otros problemas peligrosos de consecuencias muy serias.

Factores Adicionales a Considerar

1.- La buena distribución del agua de riego es crítica para una aplicación uniforme del fertilizante.

2.- El riego que utiliza sistemas por “gravedad” puede producir escurrimientos superficiales. Si es posible, recicle ese escurrimiento al mismo campo o a campos vecinos que necesiten de ese fertilizante.

3.- Conozca cuanta agua es necesaria para saturar la zona de la raíz durante el riego y planee fertilizar de acuerdo a esa cantidad de agua. La sobre irrigación (riego excesivo) no solo provoca desperdicios de agua sino que puede resultar en lavado de nutrientes fuera de la zona de la raíz de la planta.

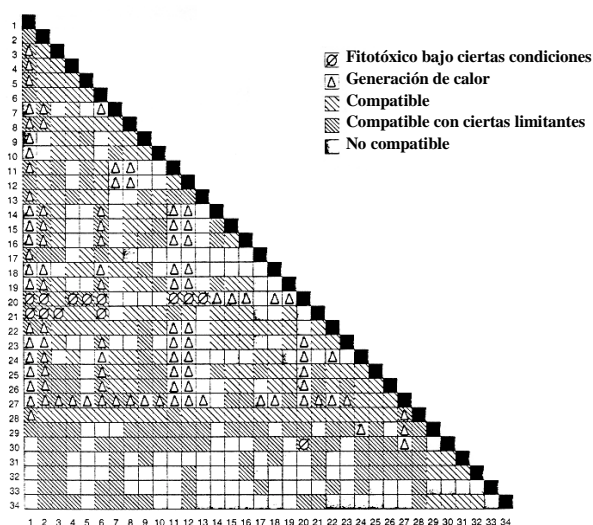
4.- El tipo de aditamentos y equipo de fertiirrigación es crítico dependiendo del sistema de riego que se tenga. Algunos equipos y aditamentos inyectan a dosis uniformes durante el tiempo del riego, otros no. Conozca qué equipo es el que se está usando y cual es el que requieren las circunstancias

Tabla 3. Aditamentos de seguridad para equipos de fertilización.

Aditamento	Propósito
Válvula “check” de riego	• Previene reflujos de fertilizante a la fuente de agua.
Válvula “check” de la línea de inyección	• Previene reflujos del agua de riego al tanque fertilizador, lo que ocasiona sobrellenado del tanque.
Válvula de liberación de vacío	• Previene el vacío al apagar la bomba, reduce el reflujo.
Corte de baja presión	• Apaga la energía del inyector cuando la presión del agua de riego es muy baja.
Drenaje de baja presión	• Descarga el agua que pueda escurrir a través de la válvula “check” después de que la bomba se apaga.
Válvula selenoide normalmente apagada	• Previene que el tanque se vacíe a menos que el inyector esté trabajando.
Seguros (interlocks) de inyección	• Previene la inyección si la bomba de riego se detiene.

5.- Conozca los requerimientos de limpieza del equipo de riego después de la fertiirrigación. Esto puede tomar de 10 a 15 minutos, pero es esencial para un buen funcionamiento y durabilidad del equipo. También, asegúrese de pasar agua limpia a través del equipo de inyección y del medidor de flujo, limpie las mangueras y cheque las válvulas frecuentemente.

Figura 1. Tabla de compatibilidad para fertilizantes comunes. *Cortesía de UNOCAL.*



Nota: Las combinaciones compatibles pueden ser incompatibles bajo condiciones extremas de temperatura y presión. Cada combinación debe ser evaluada antes de hacerla a nivel comercial.

Resumen

La fertiirrigación es un excelente método de aplicación de fertilizantes. Cuando se hace en la forma adecuada, puede maximizar la utilización de nutrientes por las plantas y minimizar el potencial de pérdida de nutrientes debajo de la zona radicular, lo cual puede afectar adversamente las utilidades del agricultor y dañar al medio ambiente. Existen muchos sistemas de riego y por lo tanto muchos equipos de fertiirrigación.

Clave de Producto
1. Amoniaco Anhidro
2. Agua Amoniaco; 20-0-0
3. Solución de Urea; 23-0-0
4. Solución de Nitrato de Amonio; AN2O 20-0-0
5. Solución de Urea-Nitrato de Amonio Sol'n UAN32 32-0-0
6. Solución de Urea-Amoniaco; 33-0-0
7. Si-An; 18-0-0
8. Solución de Sulfato de Amonio
9. Solución de Fosfato de Amonio; 8-24-0
10. Solución de Polifosfato de Amonio; 10-34-0
11. Solución de Polisulfuro de Amonio; APS 20-0-0-405
12. Solución Agua-Azufre
13. Solución de Tiosulfato de Amonio; AMTIO 12-0-0-265
14. N-pHURIC 28/27; 28-0-0-95
15. N-pHURIC 15-49; 15-0-0-165
16. N-pHURIC 10/55; 10-0-0-185
17. Solución de Nitrato de Amonio y Calcio; 17-0-0-8.8 Ca
18. Nitrosyl-Fierro; 11-0-0-7Fe
19. Enquik
20. Ensona
21. Unocal Plus
22. Propel
23. SurpHtac II
24. Acido Nítrico
25. Acido Fosfórico (blanco)
26. Acido Fosfórico (verde)
27. Acido Sulfúrico
28. Agua
29. Urea; 46-0-0
30. Nitrato de Amonio; 34-0-0
31. Fosfato Monoamónico; MAP 12-61-0
32. Fosfato Diamónico; DAP 21-51-0
33. Nitrato de Calcio; 15.5-0-0-19 Ca
34. Cloruro de Potasio; 0-0-60

El éxito depende de igualar lo que ofrece el equipo con los requerimientos (demandas) de agua y nutrientes del cultivo a través de la temporada de crecimiento para lograr un óptimo rendimiento y calidad.

Referencias

Burt, C., K. O'Connor, and T. Ruehr. 1995. Fertigation. Irrigation Training and Research Center, Calif Polytechnic State Univ., San Luis Obispo, CA.

Calif Fertilizer Assn. 1995 Western Fertilizer Handbook, 8th ed. Interstate Publishers, Inc., Danville, IL.

Doerge, T.A., R.L. Roth and B.R. Gardner. 1991. Nitrogen fertilizer management in Arizona College of Ag., The Univ. Of Arizona, Tucson.

IMC Global, Inc. Fertigation. 1996. In press. Personal communication with Dr. Sam Kincheloe, IMC-Agrico, Bannockburn, IL.

Hartz, T.K. 1996. Drip irrigation improves N efficiency. Fluid Journal 4 (No.1):11-13.

Hochmuth, G. J. And G.A. Clark 1991. Fertilizer application and management for micro (or drip) irrigated vegetables in Florida. Coop. Ext. Special Series Report, SS-VEC-45. 39 pp.

Doerge, T.A., T.L. Thompson. 1996. Trickle irrigation: One answer to site-specific nutrient management. Fluid Journal 4 (No. 3):22-26.