



EL FOSFORO Y EL POTASIO EN LOS SISTEMAS DE FERTIGACION 3) LA CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO EN LOS SISTEMAS DE GOTEO

La calidad del agua de riego que se usa en los sistemas de fertigración (aplicación de los fertilizantes en el agua de riego) influye de gran manera en la disponibilidad del P, K y otros nutrientes aplicados a través de los mismos. Evaluar la calidad del agua es esencial para un programa de fertilización que incluye al P y al K aplicados en el sistema de riego. La negligencia de no analizar el agua para proporcionarle los tratamientos necesarios para usarla en fertigración puede resultar en la falla de las aplicaciones de fertilizantes a través del agua de riego. La información proporcionada por los análisis de laboratorio puede darnos un rumbo claro para tomar acciones correctivas.

¿ Porque es esencial el análisis del agua?

1) Consideraciones para el sistema de riego por goteo. El agua usada para la fertigración debe ser examinada cuidadosamente para prevenir cualquier problema de taponamiento que podría causar ineficiencia en el sistema al aplicar el **P, K** u otros elementos, la pérdida de plantas por deshidratación en los lugares donde los emisores están tapados, o la inadecuada nutrición al pasar sólo una parte del **P, K** y los demás nutrientes aplicados en áreas con problema de bloqueo. El agua de riego proveniente de presas, ríos o arroyos (superficial) puede acarrear partículas inorgánicas como arena, arcillas y sedimentos inorgánicos, así como partículas orgánicas como algas y semillas de malezas. Estas partículas pueden bloquear los goteros emisores. Cuando existen altas cargas de partículas suspendidas en el agua de riego debe de hacerse un tratamiento previo al filtrado, un estanque de sedimentación puede ser de utilidad, ya que al descargar el agua ahí se separarán la arena y el sedimento en el fondo por gravedad. El agua limpia es entonces bombeada hacia los filtros del sistema de irrigación para separar las partículas más pequeñas, estos pueden ser de cama de arena o de malla. Sin embargo, aún así, algunas partículas finas pueden pasar hacia las líneas de riego laterales, por lo que es recomendable limpiarlas con regularidad abriendo el final de las líneas y dejando fluir el agua libremente para que salgan los sedimentos junto con ella, se dejan instaladas válvulas específicas en el sistema para este fin. De igual manera, se pueden drenar semanalmente las cintas de riego en su parte final donde se aplica un doblez tres veces y se ata con un anillo cortado de la misma cinta de riego. El agua rica en nitratos provoca el crecimiento de las bacterias en el agua, las cuáles son causa de taponamientos. El control microbioal puede controlarse con aplicaciones de cloro pensando en alcanzar niveles conocidos como agua "libre de cloro" en concentraciones entre 1 y 2 ppm, o con la base de aplicaciones intermitentes entre 10 y 20 ppm por 20 a 30 minutos para no dañar los cultivos. El bicarbonato es encontrado en el agua superficial así como en el agua del subsuelo. Con

un pH de 7.5 o más alto el cuál es muy frecuente en el agua del subsuelo y concentraciones de bicarbonato de 2 miliequivalentes por litro (meq/l), el bicarbonato es susceptible a la precipitación como bicarbonato de calcio, si niveles comparables de calcio son presentes de forma natural en el agua o si compuestos conteniendo calcio son inyectados al sistema. *Las precipitaciones con carbonatos de calcio son las más frecuentes causas de taponamiento.*

En niveles de pH mayores a 6.5 en los suelos se tienen precipitaciones del P con el calcio y cuando se tienen suelos ácidos con pH menor a 6.0 se tienen reacciones con el hierro (Fe) Aluminio (Al) y el Manganeseo (Mn), el P se convierte en no-disponible (Figura 1). Para controlar los niveles de pH en el agua de riego se puede aplicar ácido sulfúrico, ya que el ácido fosfórico se utiliza casi siempre como fertilizante para proporcionar P, no para control de pH, debido a que el costo es elevado para estos fines, pues su poder acidulante es menor que el del ácido sulfúrico. A veces la presencia de aceite en el agua de riego puede bloquear rápidamente los filtros de cama de arena o de malla, puede tapar los emisores y degradar otros componentes del sistema. Agua aceitosa no debe de utilizarse para la fertigación. Un apropiado mantenimiento debe darse al sistema y a los equipos de bombeo después de su instalación y así evitar el desarrollo del material que pueda taponar el sistema de fertigación.

2) Consideraciones del suelo. Otro aspecto a revisar es la concentración y composición de las sales disueltas en el agua que se aplica, pues puede llevar a cambios en las propiedades y la productividad del suelo. Bajo fertigación, la alta humedad del suelo es mantenida en la zona de raíces, y empuja las sales hacia fuera del "bulbo" de riego, pero provoca salinidad concentrada en otras zonas que pueden tener contacto con las raíces de las plantas en el ciclo próximo, al mover el suelo con la maquinaria. Al regar con aguas salinas se incrementa la concentración de sales. Con la ausencia de un drenaje profundo, prácticamente no hay lixiviación de sales mientras que el sistema no sea capaz de suplir agua en las cantidades adecuadas para el cultivo y además para lavar y mantener la salinidad baja en la zona de raíces.

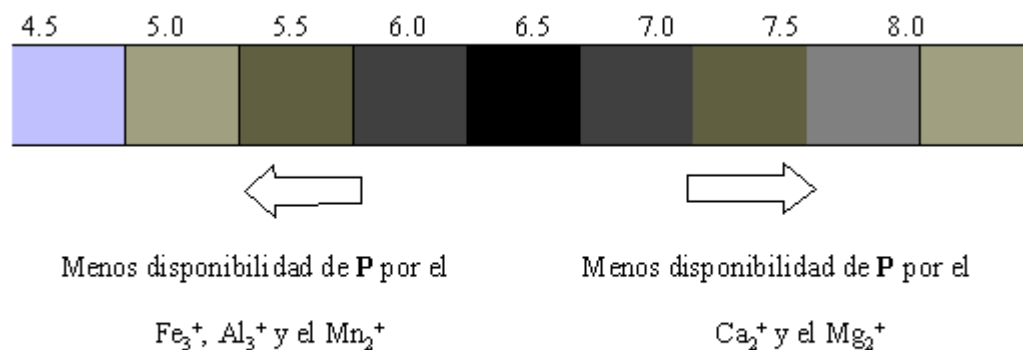


Figura 1. La relación entre el pH del suelo y la disponibilidad del fósforo para las plantas.

Algunos fertilizantes con P pueden precipitarse o perder su efectividad si la concentración de calcio excede de 2 a 3 meq/l en el agua de riego. El P disponible en el suelo puede ser solamente el 1 % del total o



menos de la cantidad presente en el suelo. De ahí que sea conveniente tener la alternativa de aplicarlo en el riego, pues al estar en forma de HPO_4^- o de H_2PO_4^- se encontrará inmediatamente disponible para las plantas. También es aconsejable aplicar el nitrógeno en forma de amonio para aumentar la absorción de P, ya que se ha demostrado su sinergismo en numerosas investigaciones.

¿Qué tan seguido se debe analizar el agua?

Los análisis de agua de cada fuente se deben de realizar cada año.

Futuros análisis pueden alertar acerca de cambios en la calidad del agua que pueden requerir mantenimiento correctivo al sistema. Si existen arenas en las aguas de pozos profundos o las concentraciones de hierro y manganeso crecen significativamente en el agua, tal vez se requerirá de la construcción de un estanque de sedimentación para precipitar y separar las partículas que puedan tapar el sistema.

Por otro lado, si la salinidad aumenta en el agua de riego, probablemente haya que aumentar el tiempo de riego para lavado de sales.

¿Cuales son los requisitos para las muestras?

Las muestras deben de ser representativas, si se trata de aguas de pozo profundo se deben tomar después de treinta minutos de arrancar el motor, se deben de colectar las muestras de las salidas de los pozos. Si son aguas de reservorios o estanques se deben de tomar cerca del centro y debajo de la superficie del agua. Cuando las aguas están sujetas a cambios o variaciones por temporadas, las muestras deben ser tomadas cuando la calidad está peor.

Las muestras deben ser de tamaño adecuado y suficiente, la mínima cantidad de agua requerida para un análisis químico es cerca de la mitad de un galón, o sea de aproximadamente 2 litros, sin embargo en algunos casos deben de ser más grandes.

Se deben utilizar contenedores apropiados, hay que colectar las muestras en contenedores o botellas limpias, hay que lavarlas por tres veces al menos antes de usarlas.

Se deben manejar apropiadamente, el agua se debe de analizar tres horas después de tomarlas. Si el análisis no puede completarse en este periodo de tiempo, las muestras deben de congelarse y mantenerse a 40 grados F hasta ser analizadas especialmente si existen nitratos o contaminación especial.

¿ Que variables deben de ser incluidas en los análisis?

Los análisis de agua para fertigación deben de contener:

- Conductividad eléctrica (CE), en unidades de milimohos por centímetro mmho/cm, como una medida para las sales disueltas totales.
- pH (rango de acidez o alcalinidad) en medidas de 1 a 14 en donde 1 es muy ácido, 14 es muy alcalino y el 7 es neutral.
- Cationes: calcio (Ca^{++}), magnesio (Mg^{++}), sodio (Na^+), en unidades de miliequivalentes por litro (meq/l)
- Aniones: Cloruro (Cl^-), sulfato (SO_4^{--}), carbonato (CO_3^{--}), bicarbonato (HCO_3^-), en unidades de meq/l
- Relación de absorción de sodio (SAR), para evaluar el potencial del sodio en el agua para desarrollar sodicidad en el suelo y por lo tanto toxicidad para las



plantas y posible deterioro de la permeabilidad del suelo.

f) Hierro (Fe), manganeso (Mn), sulfuro de hidrógeno (H₂S), en partes por millón (ppm).

g) Población bacteriana en cuenta por mililitro (ct/ml)

h) Nitrógeno-nitrato, NO³-N en ppm.

i) Presencia de aceite (en áreas cerca de campos afectados)

¿Está bien hecho el análisis?

Los análisis deben de ser confiables, de no arrojar los resultados correctos resultarían consecuencias muy serias. La calidad de los análisis debe ser evaluada como sigue:

1) La suma de la concentración de los cationes (Ca+Mg+Na) debe ser igual a la suma de la concentración de aniones (Cl+CO₃+HCO₃+SO₄), todas expresadas en meq/l.

2) La suma de los cationes y la suma de los aniones debe ser cercana a 10 veces la conductividad eléctrica (CE) expresada en mmho/cm.

3) Un pH de 8.0 o más alto es usualmente asociado a concentraciones altas de bicarbonatos (HCO₃⁻).

4) Si el resultado de los análisis no ha sido satisfactorio, hay que repetir el muestreo y preferentemente trabajar con otro laboratorio.

¿Cómo utilizar los análisis del agua?

1) Escala de evaluación. La calidad del agua para los sistemas de fertigración debe de ser evaluada de acuerdo a la escala que se presenta en la **Tabla 1**.

2) Puntos adicionales. Cuando las concentraciones de bicarbonatos excedan 2 meq/l y el pH exceda de 7.5 puede haber precipitaciones de carbonato de calcio, es necesario entonces inyectar continuamente ácido al sistema. Cuando el agua contenga más de 0.1 ppm de sulfatos se puede promover el crecimiento de bacterias dentro del sistema causando la proliferación de colonias que pueden causar taponamiento en los filtros y los goteros. En este caso la cloración puede ser necesaria continuamente. Altas concentraciones de iones sulfato pueden causar precipitaciones de hierro y manganeso; los sulfatos de hierro y manganeso son muy insolubles incluso en soluciones ácidas. Es aconsejable la acidificación y la cloración.

3) **Calidad del agua e inyección de fertilizantes.** El exceso de nitrógeno (N) puede afectar la calidad y la producción de algunos cultivos como cítricos, aguacates, uvas y maíz. Se deben de analizar los gastos cuando se hable de determinar las cantidades de nitrógeno para los cultivos. No es recomendable inyectar fertilizantes que contengan calcio (Ca), como el nitrato de calcio, si el agua para fertigración tiene más de 2 meq/l de bicarbonato y el pH es más de 7.5. Bajo estas circunstancias los carbonatos de calcio pueden precipitarse y causar taponamiento. Las altas temperaturas pueden promover las precipitaciones. Los fertilizantes que contienen sulfatos, como el sulfato de amonio, pueden causar precipitaciones de calcio en forma de sulfato de calcio (yeso), si el agua que se inyecta en el sistema tiene más de 20-30 meq/l de Ca. **Algunos fertilizantes fosfatados pueden precipitarse y perder su efectividad si las concentraciones de Ca en el agua de riego exceden de 2-3 meq/l.**

En conclusión : La calidad del agua de riego afecta el rendimiento de los sistemas. También afecta las propiedades del suelo y el rendimiento de los cultivos. La evaluación de la calidad del agua es necesaria para determinar los tratamientos adecuados para preservar la eficiencia de la fertigración. Se deben tomar medidas apropiadas para mantener la rentabilidad de la agricultura de riego.

Tabla 1. Evaluación del agua para fertigración

Problemas y causas	Severidad		
	Baja	Moderada	Alta
Taponamiento			
Sólidos suspendidos (ppm)	50 o menos	50-100	100 o más
pH	7.0 o menos	7.0-8.0	8.0 o más
Manganeso (ppm)	0.1 o menos	0.1-1.5	1.5 o más
Hierro (ppm)	0.2 o menos	0.2-1.5	1.5 o más
Sufuro de hidrógeno	0.2 o menos	0.2-2.0	2.0 o más
Población bacterial c/ml*	10,000 o menos	10,000-50,000	50,000 o más
Sensibilidad de cultivos			
E.C. (mmho/cm)	0.75 o menos	0.75-3.0	3.0 o más
NO ₃ -N (ppm)	5 o menos	5-30	30 o más
Toxicidad			
Boro (ppm)	0.5 o menos	0.5-2.0	2.0-10
Cloro (meq/l)	4 o menos	4-10	10 o más
o más Cloro (ppm)	142 o menos	142-355	355 o más
Sodio RAS **	3 o menos	3.0-9.0	9.0 o más
Permeabilidad del suelo			
E.C.* (mmho/cm)	0.5 o menos	0.5-0.2	0.2 o más
Sodio RAS **	6.0 o menos	6.0-9.0	9.0 o más

*c/ml = cuenta por mililitro

** RAS = relación de absorción de sodio.



Traducido y adaptado del artículo Water Quality for Microirrigation by Farouk A. Hassan, PhD. Irrigation Journal May-Jun 1998 paginas de la 8 a la 15. *Farouk A. Hassan es un consultor de suelos e irrigación para el sector Agro Industrial en los Estados Unidos de América.