

Calidad del agua de riego para fertirrigación. III parte

En la primera parte de este artículo se establecieron los criterios básicos para determinar la calidad del agua de riego. En la segunda parte se trató de los problemas de salinidad, de infiltración y de toxicidad

Puesto que la electronegatividad de una disolución se mantiene siempre, las sumas de las concentraciones de aniones y de cationes, expresadas ambas en meq/l, deben ser iguales o presentar diferencias muy pequeñas (<5%). La relación entre la CE (dS/m) y la suma de aniones o de cationes (meq/l) debe ser aproximadamente 10. Esta relación se hace más baja (hasta 7-8) con aguas en que predominen los sulfatos y/o bi-

normal (6-8.5 unidades). El pH no constituye un criterio de calidad del agua de riego, ya que tiende a ser tamponado por el suelo y la mayor parte de los cultivos toleran un amplio rango de pH, independientemente de las ventajas que supone su ajuste en las disoluciones de fertirriego (ver Horticultura nº 132).

El contenido salino total es el primer y frecuentemente principal factor a tener en cuenta a la hora de dictaminar la calidad de un agua de riego

carbonatos y mayor de 10 cuando predominen los cloruros. La relación entre la concentración de sales totales disueltas (en mg/l) y la CE (en dS/m) oscila entre 600 y 850. Los valores de la relación tienden a elevarse a medida que la CE aumenta.

Índices de primer grado

● pH: no es un índice demasiado importante en la clasificación de un agua, no obstante, cuando se sospecha la existencia de algún tipo de contaminación, puede ser un buen índice de detección, pues puede alejarse exageradamente del rango

Determinar la calidad del agua de riego es fundamental para establecer el equilibrio de las soluciones nutritivas

● Contenido salino total: determinado indirectamente a través de la medida de CE o directamente por sumatorio de las especies analizadas. Es el primer y frecuentemente principal factor a tener en cuenta a la hora de dictaminar la calidad de un agua de riego. La CE

proporciona una medida de la concentración total de sales solubles. El cuadro 1 muestra la clasificación del agua de riego según diversos autores en base a este parámetro.

● Iones: deben determinarse siempre los cationes mayoritarios (calcio, magnesio, sodio y potasio) y los aniones mayoritarios (cloruros, sulfatos y bicarbonatos). Además se determinarán carbonatos en aguas con $\text{pH} > 8.3$ y otras especies iónicas que puedan ser significativas dependiendo de la procedencia del agua de riego o del uso que se vaya a hacer de la misma (nitratos, fosfatos, amonio, etc.). El cuadro 2 (elaboración propia) recoge una valoración individual de los prin-

Cu, Zn), materia orgánica, población microbiana, sílice, etc.

Índices de segundo grado

Pretenden medir el efecto combinado de dos o más sustancias que se encuentran disueltas en el agua de riego.

● RAS (Relación de Adsorción de Sodio): es el índice de segundo grado más interesante, y determina el efecto nocivo del ion sodio según su proporción relativa con calcio y magnesio. A partir de $\text{RAS} = 10$, el agua de riego puede tener importantes efectos alcalinizantes sobre el suelo.

Ayers y Westcot introdujeron un factor de corrección empírica que trataba de tener en



cipales iones involucrados en la calidad del agua de riego, considerando un cultivo moderadamente sensible a la salinidad (cítricos).

● Microelementos y otras determinaciones no habituales: en nuestra zona siempre debe determinarse el contenido en boro, y dependiendo del origen y/o empleo del agua de riego en cuestión, también se puede interesar la determinación de otros micronutrientes (Fe, Mn,

cuenta la presencia de los aniones carbonato y bicarbonato, y su posible influencia en los procesos de disolución o precipitación de sales alcalinotérricas, al entrar en contacto el agua con las partículas del suelo. Surge así el denominado RAS ajustado. La valoración de este parámetro depende de la CE del agua de riego analizada, así existe un riesgo alto de alcalinización para un agua de CE 0.5 dS/m, por encima de un

RAS ajustado de 10, mientras que para un agua con CE 2.0 dS/m, el riesgo alto de alcalinización puede considerarse a partir de un RAS ajustado de 25.

Una vez disponible un medio eficaz para evaluar los posibles problemas de infiltración derivados del uso de aguas de riego con contenidos elevados de sodio, consideremos las posibles soluciones, fundamentalmente para lograr una disminución del RAS o el RAS ajustado. Los tratamientos químicos incluyen la aplicación de enmiendas al suelo o al agua de riego, bien proporcionando calcio directamente, como cuando se utiliza yeso u otras sales de calcio, o provocando la disolución de la caliza del suelo mediante la adición de un ácido. Otra alternativa a los problemas de infiltración es la mezcla de dos o más aguas de riego de

Los índices de segundo grado pretenden medir el efecto combinado de dos o más sustancias que se encuentran disueltas en el agua de riego

distinta calidad, que permita disminuir el RAS.

- Relación de calcio: proporción relativa del calcio frente al resto de cationes. Interesa que sea superior a 0.35.

- Relación de sodio: proporción relativa del sodio frente al resto de cationes. Interesa que sea lo menor posible.

- Carbonato sódico residual (índice de Eaton): indica la acción degradante del agua, considerando la proporción de aniones carbonato y bicarbonato frente a los cationes calcio y magnesio. Según el CSR, las aguas se clasifican en recomendables (CSR < 1.25), poco recomendables (1.25 < CSR <

2.5) y no recomendables (CSR > 6.25).

- Dureza: hace referencia al contenido de iones divalentes (calcio y magnesio) de un agua de riego. Se mide generalmente en ° hidrotimétricos franceses, según el índice de dureza, las aguas se clasifican en muy dulces (< 7), dulces (7-14), medianamente dulces (14-22), medianamente duras (22-32), duras

Cuadro 1:
Clasificación de las aguas de riego según el riesgo de salinidad, basándose en la medida de CE

Bajo	Medio	Alto	Muy alto	Referencia
0.10-0.25	0.25-0.75	0.75-2.25	>2.25	Richards, 1954
<0.75	0.75-1.50	1.50-3.00	>3.00	Universidad California, 1972
<0.70	0.70-3.00		>3.00	Ayers & Westcot, 1987
<1.20	1.20-3.50		>3.50	Cerdà, 1980

Cuadro 2:
Valores normales, óptimos y de riesgo en aguas de riego para cítricos en nuestras condiciones agroclimáticas

Parámetro	Valores normales	Valores óptimos	Valores de riesgo	Acciones preventivas o de corrección
pH	7-8.3	5.5-6.5	<7.5 de la solución	Acidificación
CE (ds/m)	0.5-5.0	<2.0	>3.0	Riegos frecuentes con adecuado drenaje
Calcio (meq/l)	Hasta 40	8-20 y, sobre todo, equilibrado con resto de iones	<8 o desequilibrio con resto de iones (Mg ²⁺ y Na ⁺)	- Aporte de calcio - Acidificación de la solución
Magnesio (meq/l)	Hasta 30	4-10 y, sobre todo, equilibrado con resto de iones (Ca ²⁺)	<4 o desequilibrio con otros iones (Ca ²⁺)	- Aporte de magnesio - Aporte de calcio - Adecuado drenaje y frecuencia de riego
Sodio (meq/l)	Hasta 40	Lo más bajo posible	>8 o exceso relativo frente a Ca ²⁺	- Aporte de calcio - Aporte de materia orgánica - Adecuado drenaje y frecuencia de riego
Potasio (meq/l)	Hasta 1	Es un nutriente a aportar	Que exceda de las necesidades del cultivo	Ajuste de las necesidades del cultivo
Bicar-bonatos (meq/l)	Hasta 10	0.5-1.0	>3, aunque depende de la concentración de otros iones (Ca ²⁺)	Acidificación de la solución nutriente
Sulfatos (meq/l)	Hasta 40	4-10	<4 o >20	- Aporte de azufre o sulfatos - Adecuado drenaje y frecuencia de riego
Cloruros (meq/l)	Hasta 40	Lo más bajo posible	>8	- Adecuado drenaje y frecuencia de riego - Mayor aporte de nitrógeno
Boro (meq/l)	Hasta 3	0.1-0.4	>0.7	- Adecuado drenaje y frecuencia de riego - Mayor aporte de nitrógeno - Aporte de calcio

Elaboración propia

(32-54) y muy duras (> 54). En general, las aguas muy duras son poco recomendables en suelos fuertes y compactos.

- Coeficiente alcalimétrico (índice de Scott): indica el riesgo de toxicidad debida al ion

cloruro, teniendo en cuenta la presencia de sodio y sulfatos. Desde el punto de vista de este índice, la calidad del agua de riego se considera buena (> 18), tolerable (18-6), mediocre (6-1.2) y mala (< 1.2).

Clasificación de las aguas de riego

Generalmente se recurre a las llamadas normas combinadas (basadas en la utilización combinada de alguno de los índices antes descritos) para esta-



Vista de una balsa de recogida de agua para riego

blecer las clasificación de una agua de riego. Frecuentemente están poco adaptadas a nuestras condiciones, por lo que conviene tomarlas con cautela, o mejor, establecer clasificaciones paralelas propias para cada comarca agrícola. Algunas de las normas combinadas más significativas son:

- Norma de Riverside: basada en los riesgos de salinidad (evaluados a partir de la CE) y de sodio (evaluado a partir del RAS). Tuvo una amplia difusión en todas las zonas áridas y semiáridas, y aún hoy día se sigue utilizando. Para nuestra condiciones agroclimáticas, sería conveniente ampliar los límites entre los distintos grupos de riesgo de salinidad y reducir los correspondientes al riesgo de alcalinización o sodicidad, para obtener un diagrama más adaptado a la realidad de nuestras aguas de riego.

- Norma de H. Greene: establecida en base al porcentaje de

sodio sobre el total de cationes y al contenido salino en meq/l. Es una norma muy poco restrictiva.

- Norma de L. V. Wilcox: considera el porcentaje de sodio respecto al total de cationes y la CE. Es una norma bastante restrictiva.

- Norma Tames: define las aguas de buena calidad ($CE < 0.8$ dS/m, $CSR < 1.25$ meq/l, $B < 0.33$ ppm y Relación de Ca > 0.35) y de mala calidad ($CE > 20$ dS/m o $CSR > 2.5$ meq/l o $B > 3.75$ mg/l o Relación de Ca < 0.35), dejando la evaluación del resto de aguas intermedias según las condiciones de suelo, clima y cultivo.

Antonio L. Alarcón

aalarcon@ediho.es

Material para la realización de balsas de riego

Euro Balsas fabrica la mejor geomembrana para cada terreno

La empresa Euro Balsas S.L. es especialista en recubrimientos de balsas mediante geomembranas especiales

Para la realización de balsas, la empresa Euro Balsas dispone de tres tipos de productos: euro-plast HDPE, euro-plast VLDPE y euro-plast EPDM.

Las geomembranas de caucho EPDM son unas membranas fabricadas a base de EPDM (Etileno- Propileno Dieno Monómero) que es un polímero lineal saturado de estructura parafínica logrado mediante copolimerización de etileno, propileno y del dieno monómero. Contiene además a modo de coadyuvantes, negro de humo, antioxidantes y cargas.

El proceso de fabricación por calandrado y posterior vulcanización da como producto final una lámina elástica con excelentes propiedades mecánicas y elevada inercia química. Al no contener ningún tipo de plastificante, resiste perfectamente la intemperie sin sufrir cambios significativos de sus propiedades básicas, lo que le confiere una extraordinaria expectativa de vida útil soportando choques térmicos entre menos 30 y más 120 °C.

Sus excelentes propiedades le hacen especialmente indicado para la impermeabilización de cubiertas de todo tipo (incluso rehabilitación de superficies previamente impermeabilizadas con telas asfálticas); impermeabilización de muros, cimentaciones y pavimentos, sótanos, túneles, etc. e impermeabilización de balsas para almacenamiento de agua de riego, canales, presas, etc.

Otra geomembrana de Euro Balsas es la euro-plast VLDPE, fabricada con resina virgen de polietileno de muy baja intensidad y cadena contante mediante proceso de Extrusión - Calandrado. Su especial formulación le confiere además de una gran resistencia al medio ambiente (rayos UV, choques térmicos, etc.), un excelente comportamiento frente a la acción de una muy amplia gama de productos químicos.

Su mayor flexibilidad, si se la compara con las geomembranas convencionales a base de polietileno de alta densidad permite una mejor adaptabilidad a las superficies a recubrir y por ello resulta especialmente recomendable para la impermeabilización de balsas con perímetros irregulares, depósitos, canales, etc.

Euro Balsas S.L.

