

Impacto producido por sustancias disueltas en el agua de riego

La acumulación de sales en el suelo produce el descenso de rendimientos en los cultivos

La agricultura como usuario primario de los recursos hídricos españoles representa actualmente un consumo próximo al 80% de estos recursos. La necesidad de rebajar esta cifra para destinar mayores volúmenes de agua a otros usos (abastecimientos urbanos, necesidades industriales, requerimientos ecológicos, etc.) obliga a buscar diferentes fuentes de suministro.

A parte de procesos costosos, como la desalinización del agua de mar, la agricultura y los riegos agrícolas aparecen como potenciales usuarios de tipo secundario de los recursos hídricos, por cuanto pueden aprovechar las aguas residuales de origen urbano, los efluentes procedentes de la industria y la minería, los flujos de retorno del drenaje agrícola, etc. Este aprovechamiento secundario del agua permitirá, además, ampliar las superficies regables, pero también planteará problemas importantes por cuanto las aguas reutilizadas serán generalmente de calidad inferior a las de uso primario.

Estas aguas suelen llevar cantidades importantes de materias en suspensión y solución. En este trabajo se analizan los impactos más significativos que pueden producir las sustancias disueltas en el agua de riego sobre los suelos y los cultivos que se riegan, y se proponen medidas para reducir o minimizar estos impactos.

Antiguamente, se admitía que las aguas con un contenido de sustancias en solución igual o inferior a 1 g.L^{-1} podían considerarse "buenas" y utilizarse en el riego sin ningún problema. Está demostrado que este criterio es excesivamente simplista porque existen aguas con salinidad inferior a 1 g.L^{-1} que están presentando problemas en determinados suelos y cultivos, mientras que en algunas de nuestras zonas regables se están utilizando aguas con contenido salino superior a 2 g.L^{-1} sin que se observen trastornos aparentes.

Teniendo en cuenta que los impactos de las sustancias en solución pueden ser muy diferentes, es necesario utilizar criterios más amplios que cubran todos los efectos posibles.

El análisis químico del agua deberá determinar, no sólo el contenido, sino también la composición de las sustancias disueltas. De éstas, unas serán peligrosas por sus efectos salinos (riesgos de salinización y alcalinización), otras actuarán como nutrientes (riesgos

de eutrofización) y, finalmente, otras pueden ser fitotóxicas (riesgos de contaminación).

Los análisis realizados sobre numerosísimas muestras de agua utilizadas en el riego indican que las sales más abundantes son las formadas por los aniones cloruro, sulfato, bicarbonato y carbonato, y los cationes sodio, calcio y magnesio. Es menos frecuente y puede responder a una determinada procedencia, al paso por ciertos horizontes de los suelos agrícolas, a la contaminación por efluentes de zonas industriales y urbanas o al aporte de fertilizantes (fertirrigación), la presencia de nitrógeno (amoniaco y nítrico), fósforo, boro, cadmio, cobalto, cobre, cinc, hierro, manganeso, molibdeno, plomo, aluminio, etc.

Control de impactos salinos

Los impactos salinos que las sustancias disueltas en el agua de riego pueden producir sobre los suelos y cultivos regados afectarán fundamentalmente a la concentración salina de las soluciones del suelo y a la composición del complejo adsorbente.

Sobre la concentración salina de las soluciones del suelo

Deberá tenerse presente que aguas con un contenido apreciable de sales (1 g.L^{-1} , p. ej.), no son excesivamente concentradas en sí mismas, ya que una solución salina con esta concentración tiene una presión osmótica de aproximadamente 0,56 bar. Es decir, una planta que sumergiera sus raíces en esta solución, estaría sometida a un potencial osmótico de -0,056 MPa, que resulta perfectamente admisible.

Sin embargo, el uso durante una campaña de riegos de este agua significaría aportar al suelo entre 5 y 8 toneladas de sales por hectárea (supuesto un volumen total de agua de riego de 5.000 a 8.000 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$) que, si no son eliminadas o precipitadas, concentrarán las soluciones del suelo. El riego en años sucesivos puede ir acumulando sales en el suelo, hasta el punto en que las plantas vegeten difícilmente, reduzcan sus rendimientos y lleguen, en los casos más graves, a morir.

En consecuencia, es la concentración de las soluciones del suelo por acumulación de sales, la responsable del descenso de



Riego a pie de tomate con agua de baja calidad.

rendimientos de los cultivos o, en su caso, de la muerte de la planta. Si se toma como referencia el punto de marchitez, definido para 15,3 at, la planta llega a esta situación cuando las soluciones del suelo presentan una concentración salina igual o superior al 2,7%. Éste puede ser el límite de tolerancia de las especies resistentes; para las de tolerancia media desciende al 2,3% y para las sensibles, al 2%.

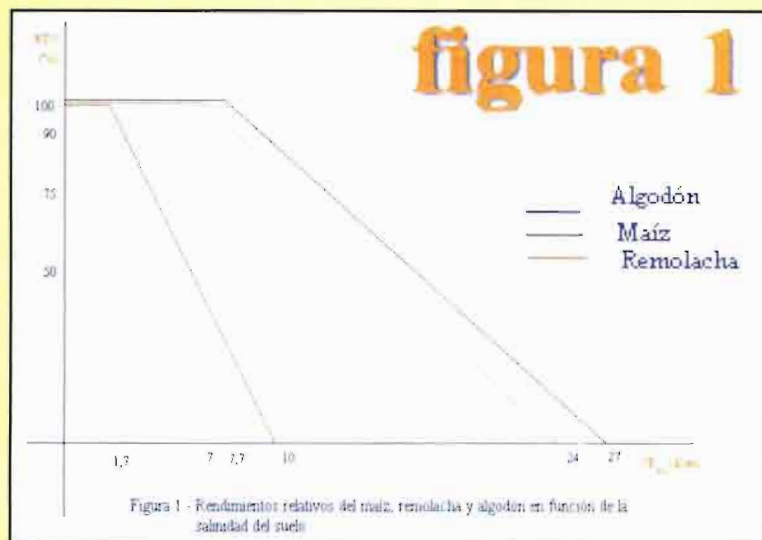


Figura 1 - Rendimientos relativos del maíz, remolacha y algodón en función de la salinidad del suelo

En el ámbito de la producción vegetal no se puede llegar a valores tan elevados de salinidad en el suelo e interesa quedarse en niveles que provoquen en los cultivos solamente pérdidas razonables de rendimiento. En las revisiones de Ayers y Westcot (FAO, 1976 y 1987), se han ajustado los valores de tolerancia y se contempla la posibilidad de establecer descensos de rendimientos del 10, 25 y 50%. En la **figura 1** pueden observarse los umbrales y posibles pérdidas de rendimiento de cultivos tan importantes en nuestros regadíos como son el maíz, la remolacha o el algodón, para valores crecientes de salinidad.

Estos valores de salinidad están medidos por la conductividad eléctrica (CE en dS.m⁻¹) de las soluciones del suelo, determinada a nivel de extracto de saturación, y representan la salinidad media del perfil del suelo en la profundidad en que el cultivo desarrolla su sistema radicular. Si se desea referir la salinidad a otros regímenes de humedad, deberá tenerse presente que, a medida que desciende la humedad del suelo, aumenta la concentración de sus soluciones, siendo, aproximadamente, lineal la relación entre los valores de su conductividad eléctrica y el contenido de humedad. Puede admitirse que, con suficiente aproximación, la conductividad determinada a nivel de extracto de saturación, se duplica para capacidad de campo y se hace cuatro veces mayor para el punto de marchitez.

$$CE_{\text{marchitez}} = 2 CE_{\text{capacidad de campo}} = 4 CE_{\text{extracto de saturación}}$$

El **cuadro 1** expresa la relación entre la conductividad eléctrica, concentración salina y presión osmótica de las soluciones del suelo para diferentes contenidos de humedad en el suelo.

Para evitar la acumulación de sales en el suelo hay que tender hacia un determinado equilibrio salino, que puede establecerse en función de la salinidad de las aguas que "entran" (lluvia y riegos) y que "salen" (drenaje) en el perfil cultural del suelo.

A largo plazo, en las regiones húmedas (P anual > ET anual), no se producen acumulaciones salinas cuando los suelos están dotados de permeabilidad suficiente y gozan de buen drenaje interno. Por ello, cuando en estas zonas se produce salinización del suelo por riegos con aguas salinas, el problema suele estar provocado por la existencia de un drenaje deficiente. En muchos casos, mejorar o hacer nuevos sistemas de drenaje ha sido suficiente para que en for-

ma natural mediante las lluvias se hayan recuperado suelos salinizados o, en su caso, evitado la salinización de suelos no salinos.

En las zonas áridas y semiáridas, con insuficiencia de precipitaciones y sometidas a fuerte evapotranspiración (P anual < ET anual), las sales tienden a acumularse en los horizontes de cultivo. En estos casos, para obtener un adecuado equilibrio salino, es necesario efectuar un lavado que obligue a las sales solubles a descender a horizontes del suelo más bajos que los ocupados por las raíces de las plantas.

Para ello, se emplea un exceso de agua en el riego que se denomina fracción de lavado (FL) y cuyo objetivo es arrastrar las sales en profundidad obligándolas a salir por los drenes. El volumen de agua de riego (VAR) se compone, en estas situaciones, de dos sumandos: uno destinado a satisfacer las necesidades de consumo (NC) y el otro destinado a producir el lavado de sales. Este último se cuantifica como necesidades de lavado (NL).

$$VAR = NC + NL$$

Se calculan las necesidades de lavado mediante una fórmula de equilibrio que tiene en cuenta la concentración salina del agua de riego (CE_{ar}) y la concentración salina del agua de drenaje (CE_{ad}). En el equilibrio, igualando las sales que se incorporan con el riego (VAR x CE_{ar}) y las que salen mediante el drenaje (VAD x CE_{ad}), y teniendo en cuenta que la fracción del agua de riego que atraviesa el perfil del suelo y sale como agua de drenaje es lo que se define como fracción de lavado (FL), se tendrá:

$$FL = VAD / VAR = CE_{ar} / CE_{ad}$$

De esta manera se puede, en las zonas áridas y semiáridas, conseguir un determinado equilibrio entre la salinidad del suelo y la del agua que se utiliza en el riego, a base de incrementar el agua de consumo con una suficiente fracción de lavado. Ésto, que teórica-



Efectos salinos sobre el surco de riego en un cultivo de cebolla.

CUADRO I. PRINCIPALES EXPRESIONES DEL CONTENIDO SALINO DE LAS SOLUCIONES DEL SUELO PARA DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD

Nivel	Conductividad eléctrica (dS.m ⁻¹)	Concentración (g.L ⁻¹)	Presión osmótica (at)
Extracto de saturación	4	2,56	1,44
Capacidad de campo	8	5,12	2,88
Punto de marchitez	16	10,24	5,76

mente es posible, en la práctica no lo es tanto, porque puede obligar al uso de excesos de agua tan importantes que representen un despilfarro de este recurso escaso. Además, puede producir un empobrecimiento excesivo de nutrientes en el suelo que se lava e importantes riesgos de eutrofización y contaminación a la salida de los drenes.

Por razones medioambientales y de sostenibilidad, es necesario ir hacia situaciones de compromiso que hagan compatibles los rendimientos de los cultivos con el uso eficiente del agua de riego y, al mismo tiempo, se minimicen los impactos ambientales. Por ello, las fracciones de lavado suelen ser, en la práctica de 0,15 ó 0,20, procurando no superar el valor de 0,25. Medidas complementarias que favorezcan estas actuaciones, pueden ser:

a) Aprovechar las lluvias invernales para el lavado de sales facilitando la infiltración y el drenaje interno con adecuado laboreo o sistemas de conservación del suelo.

b) Mejorar o, en su caso, utilizar métodos de riego de alta eficiencia.

c) Aplicar riegos fuera de campaña, ya sean de pre o postcampaña, para lavar sales. Estos riegos suelen ser muy eficientes, con esta finalidad, debido a las bajas evaporaciones del otoño y primavera mediterráneos.

Sobre la composición del complejo adsorbente

Los iones sódicos desplazan a los cálcicos y magnésicos del complejo adsorbente provocando la alcalinización del suelo. De acuerdo con el efecto peptizante del Na⁺, el complejo arcillo-húmico tiende a dispersarse destruyéndose la estructura y originando problemas de permeabilidad.

El suelo se ha alcalinizado cuando el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) es igual o superior al 15% de su capacidad de intercambio catiónico (CIC). El que se alcance esta cifra dependerá de la cantidad de Na⁺ presente en el agua de riego y, a su vez, de la acción combinada de los restantes cationes. Investigaciones recientes han demostrado que el 15% es un valor elevado y debe tenerse presente que, incluso antes de llegar a esa cifra, co-

CUADRO II. TOLERANCIA DE DIFERENTES CULTIVOS AL BORO. MAAS (1984), ADAPTADA

Muy sensibles (<0,5 mg/L)	
Limonero	<i>Citrus limon</i>
Zarzamora	<i>Rubus sp.</i>
Sensibles (0,5-0,75 mg/L)	
Aguacate	<i>Persea americana</i>
Pomelo	<i>Citrus paradisi</i>
Naranja	<i>Citrus sinensis</i>
Albaricoquero	<i>Prunus armeniaca</i>
Melocotonero	<i>Prunus persica</i>
Cerezo	<i>Prunus avium</i>
Ciruelo	<i>Prunus domestica</i>
Caqui	<i>Diospiros kaki</i>
Higuera	<i>Ficus carica</i>
Vid	<i>Vitis vinifera</i>
Nogal	<i>Juglans regia</i>
Caupí	<i>Vigna sp.</i>
Cebolla	<i>Allium cepa</i>
Sensibles (0,75-1,0 mg/L)	
Ajo	<i>Allium sativum</i>
Batata	<i>Ipomoea batata</i>
Cebada	<i>Hordeum vulgare</i>
Girasol	<i>Helianthus annuus</i>
Sésamo	<i>Sesamun indicum</i>
Altramuz	<i>Lupinus spp.</i>
Fresa	<i>Fragaria vesca</i>
Pataca	<i>Helianthus tuberosus</i>
Judía	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Jud. Lima	<i>Phaseolus lunatus</i>
Cacahuete	<i>Arachis hypogea</i>
Moderadamente sensibles (1,0-2,0 mg/L)	
Pimiento	<i>Capsicum annuum</i>
Guisante	<i>Pisum sativum</i>
Zanahoria	<i>Daucus carota</i>
Rábano	<i>Raphanus sativus</i>
Patata	<i>Solanum tuberosum</i>
Pepino	<i>Cucumis sativus</i>
Moderad. tolerantes (2,0-4,0 mg/L)	
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>
Repollo	<i>B. oleracea var capitata</i>
Apio	<i>Apium graveolens</i>
Nabo	<i>B. napus var napobassica</i>
Poa	<i>Poa pratensis</i>
Avena	<i>Avena sativa</i>
Maíz	<i>Zea mays</i>
Alcachofa	<i>Cynara scolimus</i>
Tabaco	<i>Nicotiana tabacum</i>
Mostaza	<i>Brassica juncea</i>
Melilotto	<i>Mellilotus spp.</i>
Calabaza	<i>Cucurbita pepo</i>
Melón	<i>Cucumis melo</i>
Tolerantes (4,0-6,0 mg/L)	
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>
Tomate	<i>Lycopersicum sculentum</i>
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>
Veza	<i>Vicia spp.</i>
Perejil	<i>Petroselinum sativum</i>
Remolacha	<i>Beta vulgaris</i>
Muy Tolerantes (4,0-6,0 mg/L)	
Algodón	<i>Gossypium hirsutum</i>
Espárrago	<i>Asparagus officinalis</i>

mienzan a presentarse problemas en el suelo que repercuten desfavorablemente en el rendimiento de los cultivos. Para garantizar un buen comportamiento del suelo y de los cultivos, es recomendable no superar el PSI = 10%.

Para prevenir los riesgos de sodificación puede ser necesario utilizar enmiendas que, aportadas al agua de riego o al suelo, desplacen el Na⁺ del complejo de cambio impidiendo la alcalinización del suelo. En este sentido, cuando se aportan al suelo, las enmiendas a base de yeso o azufre dan resultados plenamente satisfactorios.

Riesgos de eutrofización

Las aguas residuales y los flujos de retorno procedentes de los sistemas de drenaje agrícola pueden llevar cantidades importantes de macronutrientes que, en principio, no son desfavorables para el desarrollo de los cultivos regados pero que, si no se tienen en cuenta en los programas de fertilización, pueden llevar a la contaminación de los freáticos y a la eutrofización de las aguas superficiales.

Para prevenir estos riesgos hay que conocer el contenido en nitrógeno (amoniaco y nítrico) y fósforo del agua de riego. Son también macronutrientes esenciales el potasio, azufre, calcio y magnesio, pero estos elementos no suelen resultar peligrosos.

En las aguas residuales, por ejemplo, pueden encontrarse concentraciones de 20 a 40 mg N.L⁻¹, de 0,5 a 40 mg P.L⁻¹ y de 10 a 15 mg K.L⁻¹. Si durante una campaña de riego se utilizaran 6.000 m³.ha⁻¹ de este agua, se estarían aportando a los cultivos entre 60 y 120 kg N.ha⁻¹; 30 a 40 kg P.ha⁻¹ y 60 a 90 kg K.ha⁻¹. El control de la contaminación y eutrofización por estos elementos exige restar estas cantidades de las que se calculen en los programas de fertilización.

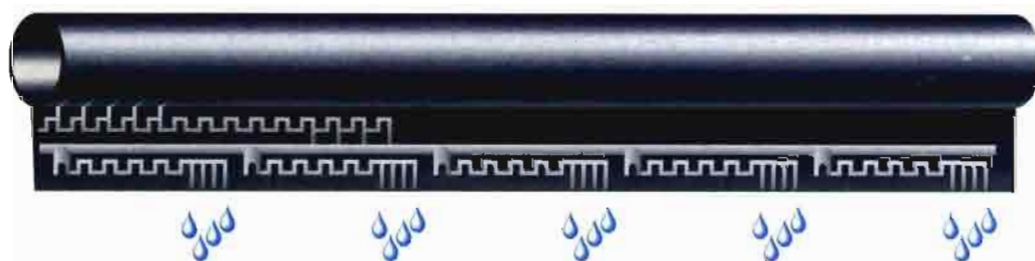
Problemas de toxicidad

Algunos elementos pueden originar problemas por envenenamiento de las plantas, aún a bajas concentraciones. Tradicionalmente, se ha considerado el boro como elemento tóxico, ya que aparece, con frecuencia, en aguas de origen profundo y su efecto es apreciable fácilmente, tanto en cultivos anuales como en permanentes. Actualmente, se presta atención a otros elementos, porque su efecto tóxico va siendo cada vez más notorio: sodio y cloruros en cultivos permanentes y cinc, cadmio, molibdeno, manganeso... en toda clase de cultivos.

Fitotoxicidad por boro.

Se establecen las siguientes directrices de acuerdo con el contenido en boro del agua de riego:

Los agricultores italianos decidieron claramente que prefieren la cinta de riego por goteo **QUEEN GIL**



1992

El 100% de la cinta de riego por goteo utilizada en Italia fué Netafim, T-Tape, Ro-Drip, Chapin, ...

Hace 7 años

1993

La cinta de riego por goteo **QUEEN GIL** entra por primera vez en el mercado italiano.

Hace 6 años

1996

El 70% del mercado italiano utilizó la cinta de riego por goteo **QUEEN GIL**

Hace 3 años

- ¿POR QUÉ?**
- ✓ La mejor **CALIDAD**
 - ✓ Las mejores **PRESTACIONES**
 - ✓ El mejor **SERVICIO**
 - ✓ El mejor **PRECIO**

Para las áreas en que no exista distribuidor en España

Buscamos:
IMPORTADOR
DIRECTO-DISTRIBUIDOR



Contactar por FAX en español o inglés con:

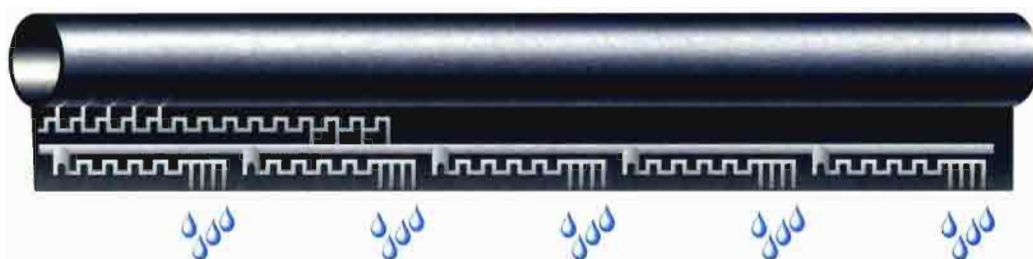
QUEEN GIL INTERNATIONAL®

Oficina en Israel: (+972)-2-641 03 13

Oficina en Suiza: (+41)-1-261 30 80

Director comercial y ventas Sr. Dotan Gilead

Los agricultores israelíes decidieron claramente que prefieren la cinta de riego por goteo **QUEEN GIL**



1996

El 100% de la cinta de riego por goteo utilizada en Israel fue Netafim, Naan, Plastro Gvat, Plassim, Metzerplas, Lego, ...

Hace 3 años

1997

La cinta de riego por goteo **QUEEN GIL** entra por primera vez en el mercado israelí.

Hace 2 años

1998

El 52% del mercado israelí utilizó la cinta de riego por goteo **QUEEN GIL**

Hace 1 año

- ¿POR QUÉ?**
- ✓ La mejor **CALIDAD**
 - ✓ Las mejores **PRESTACIONES**
 - ✓ El mejor **SERVICIO**
 - ✓ El mejor **PRECIO**

IMPORTADORES en ESPAÑA:

Codes Gahisa
Don Benito - BADAJOZ
Tel.: 924 80 20 61 - Fax: 924 81 00 78
Montajes Mora
Niebla - HUELVA
Tels./Fax: 959 36 20 70 - 36 20 78
Andalza de Gomas y Plásticos, S.L.
SEVILLA
Tel.: 95 492 27 96 - Fax: 95 464 21 55

PRODUCTOR

Si en tu zona no existen importadores de **QUEEN GIL**, compra directamente al importador en Barcelona
Zoberbac, S.L.
Sant Pere de Ribes - BARCELONA
Tel.: 93 811 54 00 - Fax: 93 893 99 07

Contactar por FAX en español o inglés con:

QUEEN GIL INTERNATIONAL®

Oficina en Israel: (+972)-2-641 03 13

Oficina en Suiza: (+41)-1-261 30 80

Director comercial y ventas Sr. Dotan Gilead

CUADRO III. CONCENTRACIONES MÁXIMAS DE ELEMENTOS PESADOS ADMISIBLES EN AGUAS DE RIEGO

Elemento	Para aguas usadas continuamente en todos los suelos (mg.L ⁻¹)	Para usar hasta 20 años en suelos de textura fina, de pH 6,0 a 8,5 (mg.L ⁻¹)
Aluminio (Al)	5,0	20,0
Arsénico (As)	0,1	2,0
Berilio (Be)	0,1	0,5
Boro (B)	(1)	2,0
Cadmio (Cd)	0,01	0,05
Cromo (Cr)	0,1	1,0
Cobalto (Co)	0,05	5,0
Cobre (Cu)	0,2	5,0
Flúor (F)	1,0	15,0
Hierro (Fe)	5,0	20,0
Plomo (Pb)	5,0	10,0
Litio (Li) (2)	2,5	2,5
Manganeso (Mn)	0,2	10,0
Molibdeno (Mo)	0,01	0,05 (3)
Níquel (Ni)	0,2	2,0
Selenio (Se)	0,02	0,02
Vanadio (V)	0,1	1,0
Cinc (Zn)	2,0	10,0

(1) Véase cuadro II.

(2) La máxima concentración recomendada para el riego de cítricos es 0,075 mg.L⁻¹. (3) Solamente para suelos ácidos de textura fina o suelos ácidos con relativamente alto contenido de óxido de hierro.

Fuente: Environmental Studies Board, Nat. Acad. of Sci., Nat. Acad. of Eng. Water Quality Criteria, 1972.

- B ≤ 0,7 mg.L⁻¹. No hay problema
- 0,7 < B ≤ 2,0 mg.L⁻¹. Problema creciente
- B > 2,0 mg.L⁻¹. Grave problema

En los casos en que se presenten, los problemas serán muy diferentes en función de la sensibilidad o tolerancia que ofrezca el cultivo. Los síntomas de toxicidad aparecen, en la mayoría de los cultivos, cuando la concentración de B en las hojas alcanza los 250 ó 300 mg.kg⁻¹ m.s. Sin embargo, muchos de los cultivos que se consideran sensibles no acumulan el B en sus hojas y muestran síntomas de fitotoxicidad mucho antes de alcanzar estos niveles. En estos casos, no bastan los análisis foliares y hay que apoyarse en los análisis de las aguas de riego, del suelo y en la observación de síntomas externos en las plantas.

Los primitivos datos de Eaton (1935) y Wilcox (1960), relativos a contenido de B en las aguas de riego y su fitotoxicidad, han sido revisados por Maas en 1984 (FAO, 1987). En el **cuadro II** se resume la tolerancia de diferentes cultivos al boro correspondiente a las concentraciones máximas toleradas en la solución del suelo, determinadas a nivel de extracto de saturación, para que no se produzcan pérdidas de rendimiento o reducción en el crecimiento. Las concentraciones máximas admisibles en el agua de riego son iguales o ligeramente inferiores a éstas.

Fitotoxicidad por sodio (Na⁺).

La mayoría de las especies arbóreas son muy sensibles al sodio que se concentra en las hojas al perderse el agua por transpiración. En consecuencia, el peligro se origina por acumulación de Na⁺ por encima del límite de tolerancia.

Los riesgos más importantes se han observado cuando se riega por aspersión, ya que la difusión del Na⁺ a través de los estomas es muy rápida y tiende a quedar en la hoja como consecuencia de la fuerte transpiración que se produce en las épocas de riego. Regando por aspersión se detectan problemas cuando el contenido de Na⁺ en el agua es superior a 3 meq.L⁻¹.

En los riegos de superficie, el riesgo de fitotoxicidad es menor ya que una parte muy importante del Na⁺ queda fijada por el suelo. Una evaluación razonable de la fitotoxicidad puede realizarse a partir del SAR ajustado del agua de riego o del SAR de los extractos de saturación del suelo.

Fitotoxicidad por cloruros.

Las condiciones son muy parecidas a las consideradas para el Na⁺ originándose problemas por acumulación de cloruros en las hojas. Cuando se utiliza riego por aspersión pueden producirse problemas para contenidos superiores a 4 meq.L⁻¹.

Cuando se hace aplicación de riego superficial hay que tener presente que el Cl⁻ no se fija y queda libre en las soluciones del suelo. Las determinaciones pueden hacerse a partir del contenido en Cl⁻ del agua de riego o en los extractos a saturación del suelo.

Fitotoxicidad por elementos pesados.

Existen pocos datos para conocer la fitotoxicidad de algunos elementos que, aunque en situaciones muy definidas, pueden presentarse en el agua de riego. El hecho de que aún no se conozca demasiado bien la problemática de los elementos pesados, no se debe a que no se haya estudiado, sino a la complejidad que presenta su absorción por la planta en las diferentes clases de suelos. En éstos, pueden

producirse fenómenos de precipitación, inmovilización y antagonismo iónico que reducen la absorción por las plantas. Los principales factores del suelo que intervienen en estos procesos son la textura (contenido y clase de elementos coloidales), pH y contenido de calcio activo.

En el **cuadro III** se indican las concentraciones máximas de oligoelementos admisibles en el agua de riego, según se considere un uso general del agua sin restricciones o bien se restrinja a un periodo máximo de uso (veinte años) y a determinadas clases de suelos. En estos casos, se permite utilizar estas aguas en el riego con las debidas precauciones, interrumpiendo su uso en el momento en que se alcancen niveles peligrosos en el suelo. ■ P. Urbano Terrón. Catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid.



BIBLIOGRAFÍA

Ayers, R.S. y Westcot, D.W. 1987. Calidad del agua para la agricultura. Estudios de Riego y Drenaje N° 29 Rev. FAO. Roma.
 Urbano, P. 1992. Tratado de Fitotecnia General. Mundi Prensa. Madrid.