

# La toxicidad por

**Antonio Ibacache G.**  
Ingeniero Agrónomo, M.S.  
antonioibacache@tie.cl  
**Carlos Sierra B.**  
Ingeniero Agrónomo, M.S.  
INIA Intihuasi

**E**n el nogal se pueden alcanzar altas producciones y fruta de buena calidad en la medida que los suelos y agua de riego contengan niveles adecuados de salinidad y una correcta composición de elementos minerales. Los problemas asociados a suelos y agua de mala calidad incluyen la reducción de la tasa de infiltración del agua en el suelo y la acumulación de elementos específicos en los tejidos vegetales, en niveles tóxicos para las plantas.

La acumulación de un elemento hasta alcanzar la toxicidad puede tomar varios años, o puede ser muy rápida en especies frutales sensibles. En este sentido, el sodio (Na), el cloro (Cl) y el boro (B) son los

iones de mayor preocupación. Los árboles que crecen en suelos con exceso de alguno de estos elementos acumulan iones en la madera y eventualmente en las hojas. La quemadura de los márgenes de las hojas se asocia a un exceso de Cl o Na en el tejido foliar (ver artículos en páginas 26 y 30). El follaje que contiene exceso de boro desarrolla en los márgenes quemaduras que se expanden como necrosis intervenales con curvatura de las hojas. Es probable que la acumulación de estos tres iones provoque desórdenes nutricionales y reduzca la producción de reguladores de crecimiento en las plantas.

En nuestro país, la toxicidad por Na y Cl está bien documentada, pues es común en el área de mayor concentración de noceales (regiones 5ª, Metropolitana y 6ª). Sin embargo, no ocurre lo mismo con el ión boro, cuya toxicidad se presenta normalmente en condiciones de clima árido.

En septiembre de 1998, con el propósito de evaluar su comportamiento productivo en una zona árida, se establecieron plantas de nogal de las variedades Serr, Vina, Hartley y Sundland en el Centro Experimental (CE) Vicuña del INIA. Las plantas se riegan con un sistema de microaspersión y se fertilizan (básicamente con nitrógeno) a través del sistema de riego. En la temporada 2003/04 se observaron severos síntomas de toxicidad en las hojas de las plantas de todas las variedades. Para determinar el elemento específico que estaba causando el problema, los primeros días de marzo de 2004 se tomaron muestras de hojas afectadas para llevarlas al Laboratorio de Análisis Foliar del CE Vicuña. Además, se tomaron muestras de suelo y agua para determinar el nivel de salinidad y el contenido de iones Na, Cl y B.

En el cuadro 1 se señala los niveles de restricción en la producción de nogales por la salinidad en el suelo (en la zona de raíces) y en el agua de riego. Al comparar la información con los resultados de las muestras del CE Vicuña, se observa que la salinidad total no es un factor limitante.

En el cuadro 2 se indica los niveles críticos de Na, Cl y B en el suelo, agua y hojas. Al compararlos con los resultados del CE Vicuña, se concluye que la presencia del ión B en el suelo, y especialmente en el agua de riego, es el factor limitante. Lo anterior resulta avalado por la alta concentración de B registrada en hojas de plantas de la variedad Serr que mostraban el síntoma de toxicidad. Síntomas de igual intensidad se observaron en el resto de las variedades.

Se ha implicado al B en varios procesos de las plantas, pero su rol definitivo no ha sido descubierto. Las posibles funciones incluyen una participación en el transporte de azúcares, en la estructura de la pared celular, o en el transporte y función de las hormonas.

*Síntoma de toxicidad por boro en nogal.*



# boro en nogal



Toxicidad por boro en plantas nuevas.



Cuadro 1

## Grado de restricción en nogales por efecto de salinidad

| Conductividad eléctrica en: | Unidad | Ninguno | En aumento | Severo | CE Vicuña |
|-----------------------------|--------|---------|------------|--------|-----------|
| Zona raíces                 | dS/m   | <1,5    | 1,5–4,8    | >4,8   | 1,12      |
| Agua riego                  | dS/m   | <1,1    | 1,1–3,2    | >3,2   | 0,49      |

> = mayor que; < = menor que  
Ramos, D. 1998.

Cuadro 2

## Niveles críticos de iones específicos en extracto saturado de suelo, en agua de riego y en hojas de la variedad Serr en el Centro Experimental Vicuña

| Ion:                                 | Grado de toxicidad |            |        | CE Vicuña |
|--------------------------------------|--------------------|------------|--------|-----------|
|                                      | Ninguno            | En aumento | Severo |           |
| <b>En extracto saturado de suelo</b> |                    |            |        |           |
| Sodio (RAS)                          | <5                 | 5–15       | >15    | 1,0       |
| Cloruro (meq/l)                      | <5                 | 5–10       | >10    | 1,0       |
| Boro (mg/l)                          | <0,5               | 0,5–3      | >3     | 0,6       |
| <b>En agua de riego</b>              |                    |            |        |           |
| Sodio (RAS)                          | <3                 | 3–9        | >9     | 0,8       |
| Cloruro (meq/l)                      | <4                 | 4–10       | >10    | 0,3       |
| Boro (mg/l)                          | <0,5               | 0,5–3      | >3     | 0,7       |
| <b>En hojas de la variedad Serr</b>  |                    |            |        |           |
| Sodio (RAS)                          | <0,1               | 0,1–0,3    | >0,3   | 0,01      |
| Cloruro (meq/l)                      | <0,3               | 0,3–0,5    | >0,5   | 0,22      |
| Boro (mg/l)                          | <36                | 36–200     | >200   | 351       |

> = mayor que; < = menor que  
Ramos, D. 1998.

Los síntomas de toxicidad de boro en plantas de nogal aparecen desde mediado a fin del verano, a medida que el B se acumula en el tejido. Por tratarse de un ión poco móvil dentro de la planta, es transportado por la corriente de transpiración y acumulado en la lámina de las hojas. Así, la mayor acumulación ocurre durante el verano debido a la alta demanda de agua por las elevadas temperaturas y baja humedad relativa. Información meteorológica registrada en el CE Vicuña entregó valores diarios promedios de evaporación de bandeja de 10,9 mm en enero; 9,5 mm en febrero y 7,3 mm en marzo de 2004.

A partir de la información anterior, se corrobora que el nogal es una especie altamente sensible a la acumulación de B en las hojas, lo que obliga a efectuar un análisis del contenido del ión en el suelo y en el agua de riego, especialmente cuando se pretende establecer un huerto en una zona con características climáticas de aridez, como los valles del norte chico y del norte grande.

Cuando el problema se presenta en el huerto, la erradicación es muy difícil. La mejor alternativa es cambiar la fuente de riego (asumiendo que el B está presen-

**El nogal es una especie altamente sensible a la acumulación de boro en las hojas, lo que obliga a efectuar un análisis de su contenido en el suelo y en el agua de riego.**

te en el agua), o bien, como medida paliativa, incorporar al suelo altas cantidades de materia orgánica de buena calidad (compost) para estimular la retención del elemento y disminuir su absorción por parte de las plantas. En todo caso, la medida más juiciosa es evitar el establecimiento de un huerto de nogal si el análisis previo de agua (o suelo) indica valores de B superiores al mínimo permitido. 📌