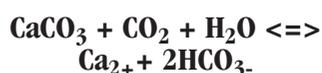


CLOROSIS FÉRRICA EN PALTO Y MANEJO DEL RIEGO

Este desorden se produce en suelos alcalinos (pH entre 7,5 y 8,4) o alcalinocalcáreos, ya que el palto se desarrolla adecuadamente en suelo de pH 6,0 a 6,5. El problema puede ser agravado por un deficiente manejo del riego que tenga como resultado una reducción de la aireación.

El ión bicarbonato (HCO_3^-) es el causante directo de la clorosis férrica en suelos calcáreos. La presencia de abundante HCO_3^- en el medio radicular produce al parecer inmovilización del Fe dentro de la planta al pasar al estado Fe_3^+ .

En el suelo hay un complejo equilibrio, en el que interviene la respiración radicular, el drenaje y la macroporosidad que definen la cantidad de HCO_3^- en la solución suelo de acuerdo a:



Además las aguas de riego pueden traer excesos del ión HCO_3^- y si el nivel es mayor a 5meq/l, puede haber problemas. La "cal activa" se refiere a la fracción fina (más activa) del carbonato de calcio (CaCO_3) y también tendría relación directa en la deficiencia de Fe.

El hierro se absorbe como ión Fe^{2+} o cualquiera si está quelatado (natural o artificial). No se sabe si se absorbe en forma pasiva o activa, pero las plantas difieren en cuanto a habilidad para tomar el Fe, existiendo plantas eficientes e ineficientes para absorber el Fe. Las plantas eficientes son capaces de bajar el pH de la rizosfera con lo cual se produce más Fe^{2+} , que es el que absorbe y metaboliza la planta. Las plantas eficientes muestran incluso cambios anatómicos en las raíces y además excretan ácidos orgánicos al medio, como cítrico, cafeico, avénico, mugineico, etc., los cuales permiten dejar disponible el Fe y de esta manera es absorbido. Al interior de la planta el Fe metabólicamente activo es el Fe^{2+} .

En árboles de palto, la deficiencia de hierro se presenta en

POR QUÉ SE PRODUCE LA CLOROSIS FÉRRICA

La absorción de hierro se ha demostrado que solo ocurre por la punta en crecimiento de las raíces. La falta de oxígeno por exceso de humedad en el suelo, afecta el crecimiento radicular y por consiguiente la absorción de hierro. También se ha demostrado que los carbonatos (HCO_3^-) en el suelo afectan la absorción de hierro. Los altos niveles de dióxido de carbono (CO_2) son necesarios para la formación de HCO_3^- , y en condiciones de mala aireación, como en los terrenos con alta humedad, el CO_2 se acumula y se disminuye el O_2 , lo que se traduce en aumentos del HCO_3^- y por lo tanto en una restricción de la absorción de hierro.



Esquema de la inmovilización del hierro por efecto del exceso de humedad.

Por lo indicado anteriormente, cuando las precipitaciones son muy abundantes en invierno, se conservan altos contenidos de humedad en el suelo al inicio de la temporada de crecimiento del palto lo que, en muchos casos, es la causa de la presencia de síntomas de deficiencia de hierro al principio del verano.

En resumen, este desorden (clorosis férrica) se produce en suelos alcalinos (pH entre 7,5 y 8,4) o alcalino calcáreos, ya que el palto se desarrolla adecuadamente en suelo de pH 6,0 a 6,5 y puede ser agravado por un deficiente manejo del riego que tenga como resultado una reducción de la aireación.

Raúl Ferreyra E.

Ingeniero Agrónomo, M.Sc.
rferreyr@inia.cl

Rafael Ruiz S.

Cristian Barrera M.
Gabriel Sellés V.

los nuevos crecimientos, cuando la absorción de hierro es restringida a nivel del radicular y la translocación del Fe en la planta es baja.

Síntomas

Los síntomas del déficit de Fe son fáciles de reconocer en las hojas (foto 1). Al inicio se observa clorosis (coloración amarillenta) intervenal y luego clorosis pareja laminar, debido a que el hierro es necesario para la producción de clorofila responsable del color verde de las hojas.

Esta deficiencia no afecta el tamaño de las hojas y es más intenso en crecimientos nuevos ya que una vez que se deposita en las hojas, vía corriente transpiratoria, su movilidad es muy baja. Si el déficit es severo, además de la clorosis aparece una necrosis marginal tanto en hojas nuevas como viejas. Por esta causa se produce caída de hojas en noviembre. La deficiencia severa de Fe conduce a la muerte de la planta. La deficiencia leve y moderada afecta la producción y calidad.

El nivel de clorofila puede ser estimado en terreno a través de un medidor portátil SPAD. Las plantas sin síntomas presentan valores de SPAD sobre 45 y las con deficiencia de hierro los valores varían entre 15 y 40 (foto 2). Es necesario señalar que los valores bajo de SPAD también pueden ser ocasionados por otras deficiencias nutricionales, como nitrógeno, zinc, entre otras. La deficiencia de hierro puede ser determinada con medición en laboratorio de Fe^{2+} . Las hojas de plantas normales de hojas recolectadas en febrero, presentan valores de Fe^{2+} cercanos a 20 ppm.

Si bien todo esto puede pare-



Foto 1. Síntomas de clorosis férrica.

cer complicado, se reduce a dos puntos principales.

- Este desorden (clorosis férrica) ocurre en suelos alcalinos (pH entre 7,5 y 8,4) o alcalino calcáreos.
- En condiciones de alto contenido de agua en el suelo se puede agravar la deficiencia de Fe, ya que el aire es desplazado de los espacios porosos del suelo y la respiración de la raíz disminuye el oxígeno y se incrementa la concentración de CO_2 , tanto en el suelo como en las raíces. Esto resulta en un incremento del HCO_3^- que produce una inmovilización de Fe y clorosis férrica (Zude-Sasse y Schaffer, 2000).

Recomendaciones

La mejor manera de solucionar la deficiencia de hierro es a través del manejo del riego y el pH del suelo.

En suelos con mala aireación (baja macroporosidad), a menudo los problemas de clorosis férrica se pueden solucionar distancian-do la frecuencia entre riegos lo que permite aumentar el aire en el suelo. Esto no significa disminuir la cantidad de agua a reponer en



Foto 2. Árbol con clorosis férrica. Valores entre SPAD 15 y 35; valor Fe^{2+} entre 10 y 12 ppm.

el palto, solamente cambiar los momentos de aplicación. Según Witney (2006) los riegos excesivos en primavera son responsables de deficiencias crónicas de hierro que afectan la producción del palto.

En suelos alcalinos o alcalinos calcáreos, para superar la clorosis férrica es necesario aplicar Fe en forma de quelatos o intentar disminuir el pH del suelo acidulando el agua de riego.

Cuando el pH del suelo es alto, se puede bajar utilizando fertilizantes que acidulen el suelo, para mejorar la disponibilidad del hierro y disminuir los síntomas de defi-

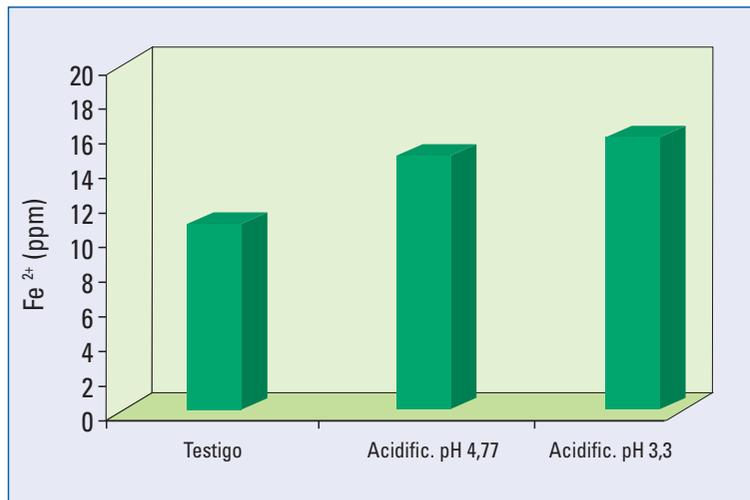
ciencia. Sin embargo hay que tener en cuenta que la absorción de otros nutrientes puede limitarse si el pH se vuelve demasiado bajo.

GLOSARIO

Fe quelatado: se caracteriza por contener uno o más microelementos, ligados a una molécula compleja, que los protege de la acción bloqueante del suelo.

Rizosfera: parte del suelo donde se desarrollan las raíces.

Figura 1. pH agua de riego 7,9 y pH del suelo 8,2.



Al tratar de corregir los problemas de clorosis férrica es necesario tener presente también los siguientes antecedentes:

- El efecto regular a bajo al aplicar acidificantes como azufre.
- Las aplicaciones foliares de hierro rara vez reducen la gravedad de los síntomas y se consideran sólo medidas temporales.
- La aplicación de sulfato de hierro (FeSO₄) al suelo son ineficaces porque el hierro se oxida rápidamente y se convierte en insoluble.
- El efecto de la aplicación de quelatos de Fe EDDHA (ácido etilendiamino dihidroxifenil acético) es estable entre pH 4 -10 y funciona bien en todos los suelos, pero en general es de alto costo.
- Los quelatos de Fe EDTA no son eficaces, debido a la mala estabilidad de esta forma de hierro. Este se oxida y puede convertirse rápidamente en no disponible para la planta.
- Las aplicaciones de ácido sulfúrico al agua de riego pueden ayudar a solucionar la de-

ficiencia de hierro, pero hay que tener presente que con esto se aumenta la conductividad eléctrica.

En la figura 1 se observa el efecto del ácido sulfúrico en el agua de riego sobre el nivel de Fe²⁺ en las hojas del palto en un huerto de Cabildo. El pH original del agua era de 7,9 y se bajó, en algunas plantas a 4,8 y en otras a 3,3. Es necesario señalar que al bajar el pH, aumentó la conductividad eléctrica (CE) del agua, la cual de 0,5 dS/m subió a 0,81 dS/m, al bajar el pH a 4,8, y llegó a 1,91 dS/m la CE cuando el pH se bajó a 3,3. En ninguno de los casos se detectaron daños a nivel foliar por sales.

El costo de solucionar el problema de déficit de hierro a través del riego es variable, dependiendo del pH de agua y de los bicarbonatos

Si se observan sólo algunos árboles o ciertos sectores con síntomas de déficit, tal como se aprecia en la foto 2, el tratamiento con quelatos se hace en los sectores afectados y la aplicación de ácido a todo el huerto. 

“En Cauquenes nace este producto artesanal elaborado de uvas verdes cosechadas a mano. Su elaboración extrae el frescor y acidez de la uva, logrando un aderezo ideal para aliñar carnes y ensaladas”



Producto Gourmet INIA

INVESTIGACIÓN CON VALOR AGREGADO

Contacto: Pablo Galasso U.
 pgalasso@inia.cl
 (73) 450440 / 450 441

