

La Clorosis Férrica en los Cultivos

Propiedades químicas del suelo y la clorosis férrica

La principal causa de clorosis férrica en los cultivos es la alcalinidad de los suelos, pues existe un antagonismo entre los carbonatos y el Fe en los suelos. El pH de un suelo determina la disponibilidad de Fe y de otros micronutrientes al afectar su solubilidad. El Hierro es el micronutriente más afectado por esta razón ya que por cada unidad de aumento del pH (entre 4 – 9) su disponibilidad se reduce en 1000 veces, mientras que la disponibilidad de Mn, Zn y Cu disminuye en 100 veces por cada unidad de incremento en el pH.

Los síntomas de clorosis férrica comienzan a partir de niveles de pH (en agua) superiores a 7.5, sin embargo la intensidad del mismo aumenta con incrementos de pH por sobre este valor, probablemente por efectos adicionales del CaCO_3 . El control metabólico de la planta por la absorción de Fe desde el suelo sigue los siguientes pasos: 1. Se libera H^+ por las raíces lo que provoca una reducción del pH en la rizósfera facilitando la solubilización del Fe^{+3} , quelación y reducción a Fe^{+2} ; 2. El hierro ferroso entra a las raíces probablemente por un mecanismo de transportadores específicos.

Otro factor que se relaciona con los síntomas de clorosis férrica es la presencia de bicarbonatos (HCO_3) en el suelo, pues a partir de 2 mmol/L comienzan a aparecer síntomas, sobre todo en árboles frutales como el aguacate, la razón es porque el ion bicarbonato es el causante directo de la clorosis férrica en suelos calcáreos. Este indicador suele ser muy utilizado para definir suelos donde se puede presentar problemas con la absorción de Fe, sobre todo en plantaciones de frutales. Aunque su presencia es muy variable en el suelo es un factor que no hay que dejar de considerar por las razones mencionadas.

Los síntomas de clorosis férrica

En general los síntomas por deficiencia de hierro son fáciles de reconocer en las hojas. Al inicio se observa clorosis intervenal, mientras que en estados más avanzados la clorosis se generaliza en toda la lámina con las nervaduras verdes. La clorosis o amarillamiento ocurre porque el Fe es necesario para la producción de clorofila la cual es responsable de la coloración verde de las hojas. Cabe mencionar que esta deficiencia no afecta el tamaño de las hojas y es intenso en brotes nuevos, debido a que una vez que se deposita en las hojas adultas, en condiciones de deficiencia éste no se removiliza a los brotes nuevos.

En estados más severos de deficiencia de Fe, además de un amarillamiento aparece necrosis marginal, que afecta tanto a las hojas nuevas como a las maduras. Bajo estas condiciones es muy probable una caída de hojas, incluso puede llegar a la muerte de la planta. El nivel de clorofila puede monitorearse directamente encampo a través del medidor SPAD, cuya escala varía entre 0 y 100. Normalmente las



Figura 1. Síntomas de deficiencias de Fe en hortalizas, granos y frutales.

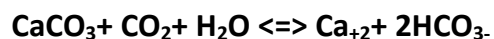
plantas sin clorosis férrica presentan valores sobre las 45 unidades SPAD, mientras que con clorosis férrica los valores se encuentran en el rango de 10 – 40. Es importante resaltar que los valores bajos de SPAD no son exclusivos de una deficiencia de Fe, pues también pueden ocasionarse por la deficiencia de otros nutrientes como nitrógeno y zinc. Otra opción de monitoreo más específica es el análisis de tejido vegetal en un laboratorio de confianza, donde se determina el Fe^{+2} , para esto se necesitan muestras frescas de hojas. Una vez obtenidos los resultados estos son contrastados con niveles de referencia que el laboratorio debe presentar de acuerdo a la edad y etapa fenológica del cultivo.

La clorosis férrica y el rendimiento de los cultivos

En un experimento realizado con aguacate, en un suelo con un pH de 8.2 y 3 % $CaCO_3$, donde se midió el nivel de rendimiento de 94 árboles con diferentes niveles de clorosis férrica, se encontró que existe una relación significativa entre el rendimiento y el grado de clorosis férrica. En los árboles son síntomas severos (SPAD 15) en promedio dieron un rendimiento de 3 kg/árbol, mientras que en árboles con síntomas leves (SPAD 40) presentaron rendimientos promedio de aprox. 23 kg/árbol. Como dato comparativo, un árbol de aguacate bajo estas condiciones de plantación (6 x 4 m) tiene el potencial de producir entre 35 a 50 kg de fruta.

El exceso de humedad y la clorosis férrica

Como se mencionó al inicio los bicarbonatos son los responsables directos de la clorosis férrica en suelos calcáreos. Su alta presencia en el ambiente rizosférico produce al parecer inmovilización del Fe dentro de la planta al pasar al estado de Fe^{+3} . En el suelo existe un complejo equilibrio, en el que intervienen la respiración radicular, el drenaje y la macroporosidad que definen la cantidad de HCO_3^- en la solución del suelo de acuerdo a:



También es importante recalcar que las aguas de riego comúnmente traen excesos de bicarbonatos los que agravan aún más el problema. Las raíces absorben el hierro como ion Fe^{+2} u otras formas quelatadas naturales o artificiales. 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 absorberlo. Las plantas eficientes son capaces de bajar el pH de la rizósfera, con lo cual se produce más concentración de Fe^{+2} , que es el que absorbe y metaboliza la planta. Las plantas eficientes muestran incluso cambios anatómicos en las raíces y además excretan al medio ácidos orgánicos (ej. ác. cítrico, caféico, avénico, muginéico, etc.), los cuales logran complejar al Fe.

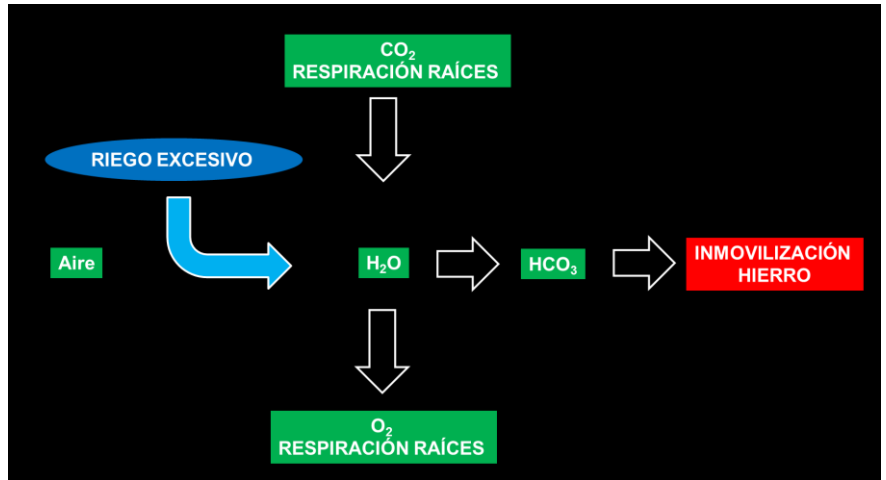


Figura 2. Influencia del exceso de humedad en el suelo en la clorosis férrica.

Fuente

Ferreyra, E., R; Selles, V. G.; Ruiz, S. R.; Gil, M. P.; Barrera, M. C. 2008. Manejo de la Clorosis Férrica en Palto. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. La Cruz, Chile. 59 p.