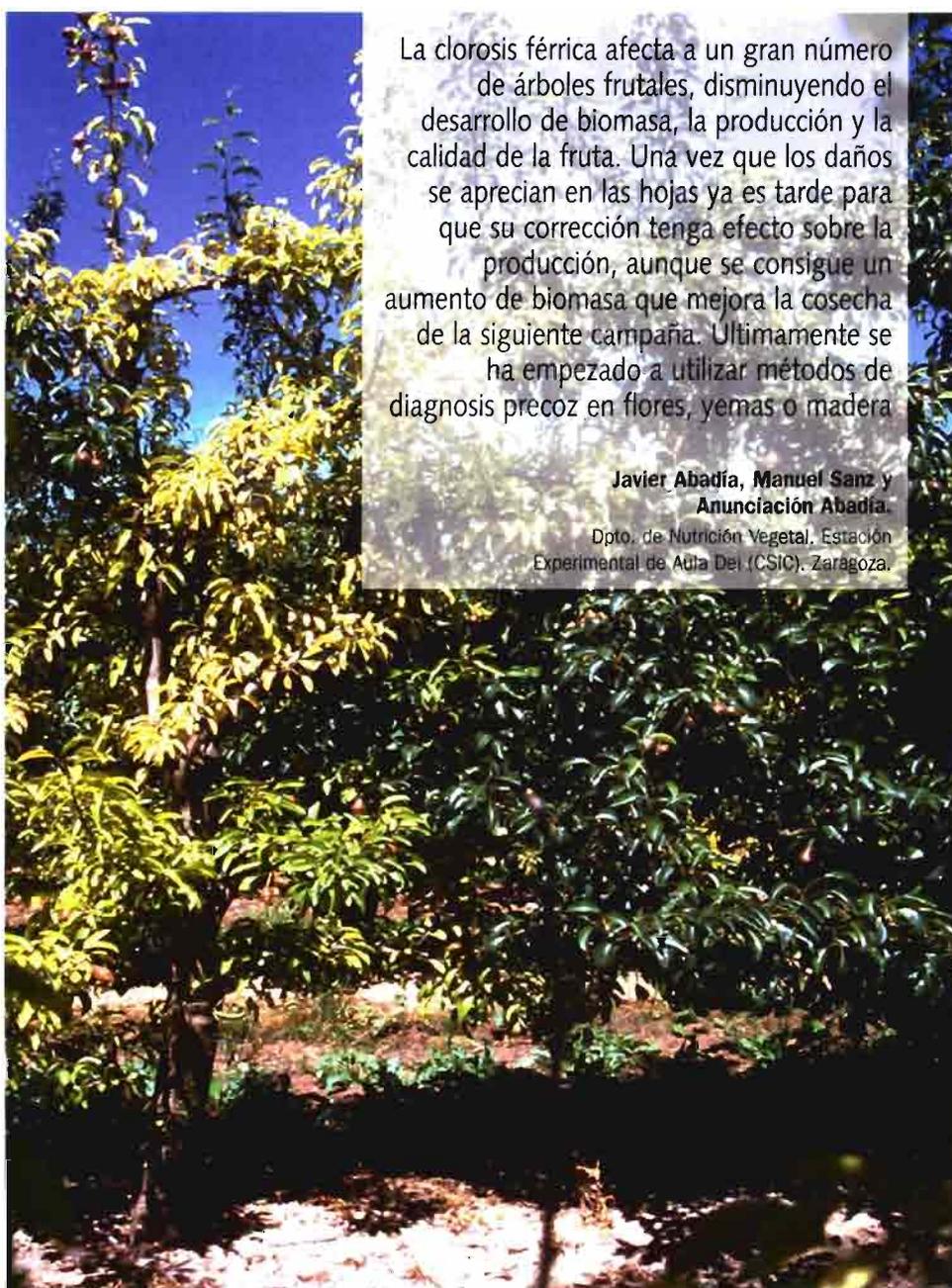


Causas y efectos de la clorosis férrica en frutales

Efectos sobre las plantas, métodos de diagnóstico y corrección de los daños



La clorosis férrica afecta a un gran número de árboles frutales, disminuyendo el desarrollo de biomasa, la producción y la calidad de la fruta. Una vez que los daños se aprecian en las hojas ya es tarde para que su corrección tenga efecto sobre la producción, aunque se consigue un aumento de biomasa que mejora la cosecha de la siguiente campaña. Últimamente se ha empezado a utilizar métodos de diagnóstico precoz en flores, yemas o madera

Javier Abadía, Manuel Sanz y Anunciación Abadía.

Dpto. de Nutrición Vegetal, Estación Experimental de Aula Dei (CSIC), Zaragoza.

La clorosis férrica es una de las alteraciones nutricionales más importantes que se pueden encontrar en plantaciones frutales (**foto 1**). Este desarreglo nutricional es muy frecuente en suelos calizos y, por ello, muy común en toda el área mediterránea, donde son habituales este tipo de suelos. Sin embargo, la clorosis no se debe a un bajo contenido de hierro del suelo, ya que este elemento es también mayoritario en este tipo de suelos, sino a diversos factores que afectan a la disponibilidad del elemento y a su absorción y utilización por la planta. Los cultivos más afectados son manzano, albaricoquero, peral, melocotonero, ciruelo, cerezo, viña, almendro, olivo y cítricos, y también en los últimos años se ha empezado a encontrar clorosis en plantaciones de olivo cultivado con sistemas de fertirrigación.

Efectos de la clorosis férrica

En los árboles

La clorosis férrica se manifiesta, en general, por un amarilleamiento intervenal de las hojas más jóvenes del árbol (**foto 2A**) que lleva a una defoliación prematura de los brotes (**foto 2B**). Este amarilleamiento foliar se debe a que el contenido de uno de los pigmentos mayoritarios en las hojas, la clorofila, se ve seriamente afectado. Este hecho afecta negativamente la tasa de fotosíntesis y, por lo tanto, el desarrollo de biomasa. Por todo ello, el crecimiento de raíces, tallos y ramas se ve disminuido e incluso se inhibe por la clorosis. A largo plazo, la afección puede llevar a la muerte del árbol, aunque es una práctica habitual que la plantación sea arrancada antes de llegar a este punto por la falta de rentabilidad de la explotación.

En la producción

Si no se utiliza algún tipo de tratamiento corrector, las plantaciones frutales afectadas por clorosis férrica tienen grandes pérdidas debido tanto a la disminución de la cosecha

Foto 1. Diferencias en el aspecto que presenta un peral con síntomas de clorosis férrica y un peral sano.

como a la menor calidad de la fruta. La mayor parte de los trabajos publicados hasta el momento se limitan a estudiar efectos en el tamaño de la fruta y en la producción total de la plantación. Aunque en la práctica se considera que es habitual la caída de la producción en el momento en el que la plantación se ve afectada por la clorosis, solamente se han publicado trabajos sobre algunas especies. Así, se han descrito disminuciones de producción en melocotonero, peral y kiwi. Igualmente se han descrito aumentos de producción cuando las plantaciones son tratadas para paliar la clorosis (por ejemplo, en melocotonero, cítricos, olivo y kiwi). En la **foto 3** se muestra un árbol clorótico en producción, parte de cuyas ramas han sido tratadas con productos correctores.

En los últimos años se han empezado a desarrollar estudios sobre parámetros más específicos de calidad de la producción, como color o composición química del fruto. Así, se han visto efectos de la clorosis

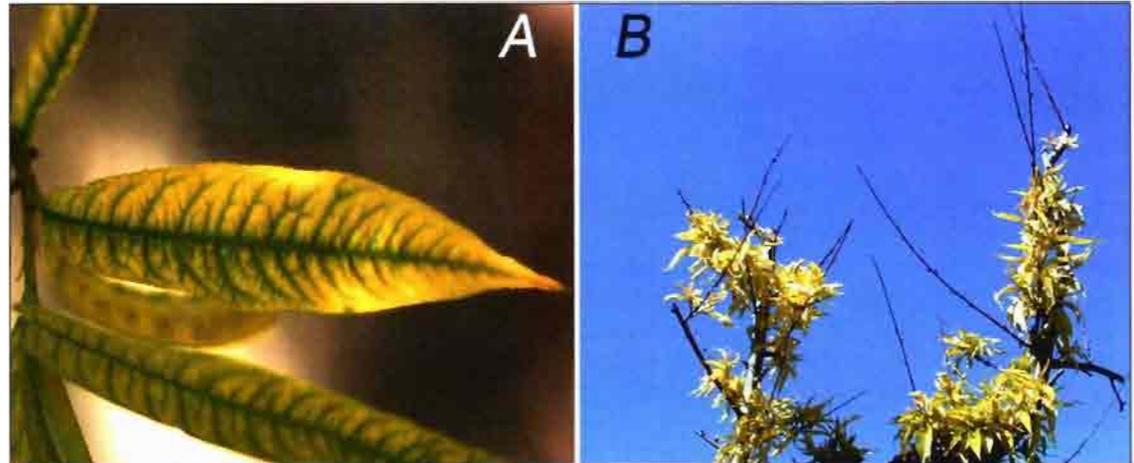


Foto 2. Efectos de la clorosis férrica. A: Hoja de melocotonero afectada por clorosis férrica en la que se puede apreciar el típico amarilleamiento intervenal. B: Detalle de la defoliación de las ramas en un melocotonero en un estadio avanzado de clorosis férrica.

sobre el color, dureza y contenido en ácidos orgánicos, vitamina C, azúcares y compuestos fenólicos en melocotonero. Un trabajo semejante se está desarrollando actualmente en peral.

Diagnos

El método más extendido de diagnosis utiliza el efecto más evidente de la clorosis en hoja: la pérdida de color verde. Se tra-

ta en este caso de una diagnosis visual. Sin embargo, hay otro tipo de alteraciones nutricionales que presentan unos síntomas similares, por lo que hay que comprobar si el amarilleamiento se debe a clorosis férrica o a otra disfunción. La manera más rápida y eficaz de saber si una planta tiene este problema es proporcionar a las hojas cloróticas una cierta cantidad de hierro (sin nutrientes añadidos

que pueden enmascarar otro tipo de carencias), normalmente en forma de aspersión foliar o inyección peciolar. Si la hoja enverdece, el diagnóstico de clorosis férrica es definitivo.

Existen otras maneras de diagnosticar tanto la clorosis férrica como el grado de afección del árbol basadas en determinaciones analíticas. Entre las más utilizadas se pueden señalar:

- Contenidos de clorofilas en hoja. Esta determinación está directamente relacionada con el método de diagnosis visual mencionado anteriormente, ya que mide analíticamente el color verde de la hoja, es decir, el contenido de clorofila. La medida del contenido de clorofila de la hoja se puede hacer de una manera sencilla con un aparato llamado SPAD (**foto 4**) o bien por métodos que suponen el uso de material específico de laboratorios químicos (ya sea espectrofotométricos o bien cromatográficos).

- Determinación de hierro en hoja. Esta medida se tiene que desarrollar en laboratorios en los que técnicos especializados llevan a cabo el análisis y la comparación de los resultados obtenidos con valores de referencia descritos en plantaciones modelo. El inconveniente de este tipo de diagnóstico es que, en algunas ocasiones, el contenido de hierro no ofrece una información adecuada sobre la clorosis férrica.



Foto 3. Diferencias de producción en un melocotonero afectado por clorosis. Las ramas de la izquierda no han sido tratadas mientras que a las de la derecha se les ha realizado un implante de hierro en el tronco.

ca. Así, hay frutales afectados por clorosis que tienen un contenido de hierro similar e incluso mayor que árboles sanos, pero que las hojas parecen que no llegan a poder utilizar. La causa de esta paradoja y la localización de este hierro no utilizado son interrogantes que todavía no han sido completamente aclarados hasta el momento.

-Determinación de algunas relaciones de elementos. Dado que la clorosis férrica puede afectar al contenido de otros nutrientes, la relación entre elementos puede servir como índice para conocer el estado nutricional de la planta. Relaciones como hierro/manganeso, fósforo/hierro, potasio/calcio son relaciones que han sido propuestas para el diagnóstico de la clorosis. En todo caso las relaciones entre nutrientes son la base para conocer no sólo el estado nutricional de la planta en relación al hierro, sino en relación a los macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio).

Donde y cuando efectuar el diagnóstico

El órgano que se utiliza normalmente para el diagnóstico de

la clorosis férrica en la planta es la hoja. El diagnóstico visual por color se puede establecer en el momento en el que las hojas empiezan a estar totalmente desarrolladas. La diagnosis química se efectúa habitualmente en hojas secadas y tratadas para su posterior análisis. Estas hojas tienen que ser separadas del árbol en unas fechas prefijadas que suelen ir desde los 60 a los 120 días después de plena floración.

El mayor inconveniente de este tipo de diagnóstico es que cuando se conoce el problema, ya es demasiado tarde para que los tratamientos que utilizamos en su corrección tengan un efecto sobre la producción y, por lo tanto, sobre la rentabilidad de la plantación. Dichos tratamientos son, sin embargo, muy eficaces en el enverdecimiento de las hojas y en la producción de biomasa, con lo que se consigue que la plantación pueda mantenerse con un éxito relativo

hasta la siguiente recolección.

En los últimos años se han empezado a desarrollar métodos de diagnosis precoz en otros órganos diferentes de las hojas, como pueden ser flores e incluso yemas o madera (fotos 5A y 5B). El análisis de estos órganos permitiría llevar a

cabo los tratamientos antes del desarrollo de la clorosis en las hojas y, por lo tanto, aumentarían las probabilidades de obtener una mejora tanto en cantidad como en calidad de producción.

Corrección

Métodos

El mejor método para soslayar el problema de la clorosis férrica es la utilización de materiales vegetales tolerantes que presenten mecanismos para hacer frente a esta deficiencia nutricional. Sin embargo, no en todos los casos es posible disponer de este tipo de materiales, y el agricultor tiene que resolver el problema por otras vías. Es importante la aplicación de unas correctas prácticas agrícolas, como evitar en-

charcamientos con buenos drenajes y controlando los riegos, evitar compactación, etc. También se ha demostrado interesante el uso de plantas anuales (en general gramíneas) en cultivos conjuntos con los árboles. Parece que la presencia de este tipo de plantas, además de favorecer la calidad del suelo (aireación, compactación, etc.),



Foto 4. Medidor de clorofila SPAD.

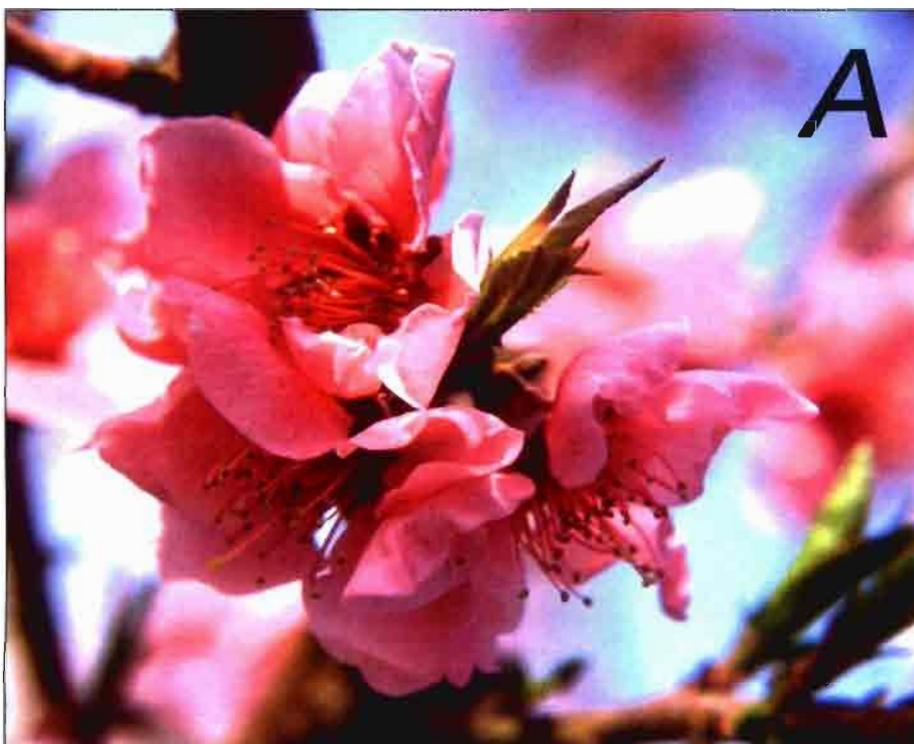


Foto 5. Las últimas investigaciones sobre la diagnosis precoz indican que se podría llevar a cabo a partir de flores (A) o yemas y madera (B).



puede ayudar a que los árboles tengan una mayor facilidad para obtener el hierro del suelo, dado que las raíces producen y escreden al suelo algunas sustancias que movilizan hierro.

Una vez que la clorosis férrica aparece, la práctica más eficaz y generalizada para su corrección es la aplicación al suelo de fertilizantes de hierro. Existen otras alternativas válidas, como son el uso de inyecciones al tronco y la aspersión foliar, que pueden ser métodos eficaces de corrección pero cuya utilización está menos extendida.

Productos recomendados

Los productos normalmente utilizados son quelatos sintéticos de hierro y complejos de hierro comerciales. Existe una gran variedad de productos en el mercado cuyas formulaciones son muy diversas y frecuentemente se presentan enriquecidos con otro tipo de nutrientes. Los quelatos sintéticos son los más ampliamente difundidos, pero su uso se restringe a plantaciones de alto valor económico debido a sus altos precios.

También se pueden aplicar sales de hierro, como por ejemplo sulfato ferroso, pero se ha observado que la aplicación al suelo de este sulfato son generalmente ineficaces. Por el contrario, la utilización de estos productos en forma de aspersión foliar sí ha demostrado efectos beneficiosos en la corrección del problema.

Por último, en algunas ocasiones se ha demostrado el efecto beneficioso que tienen soluciones ácidas utilizadas en aspersión foliar. La causa de que estas soluciones tengan efecto se debe al hecho de que ayudan a remobilizar el hierro foliar no utilizado del que hemos hablado anteriormente.

Coste de los tratamientos

Generalmente, el coste económico de los tratamientos de hierro es muy elevado. Por ejemplo, en el Valle medio del Ebro

alrededor de 45.000 ha de plantaciones frutales se tratan con quelatos de Fe. Aunque no existen cálculos precisos, al menos que se hayan hecho públicos, en España el coste aproximado de la utilización de este tipo de productos se puede estimar en más de 45 millones de euros por año. Un coste muy parecido se puede suponer a todos los países del ámbito mediterráneo.

Acción sobre el medio ambiente

La mayoría de los compuestos utilizados en los tratamientos correctores son muy estables y solubles en agua, por lo que se pueden movilizar fácilmente a través del perfil del suelo, pudiendo alcanzar las aguas subterráneas y ser una fuente de contaminación. Por consiguiente, hay que tener en cuenta también el coste medioambiental de su aplicación, que hasta el momento no ha sido evaluado. Tanto las inyecciones al tronco como las aspersiones foliares son métodos más respetuosos con el medio ambiente.

La normativa europea en cuanto a la utilización de este tipo de productos es, por el momento, poco estricta. Sin embargo, siguiendo la tendencia actual de conservación del medio ambiente y mejora de la calidad del producto que llega al mercado, cabe suponer que en un futuro no muy lejano haya directivas formales en este tema. Por ello, es necesario hacer un esfuerzo en la investigación de nuevos productos y en sus formas de utilización. ■

Agradecimientos

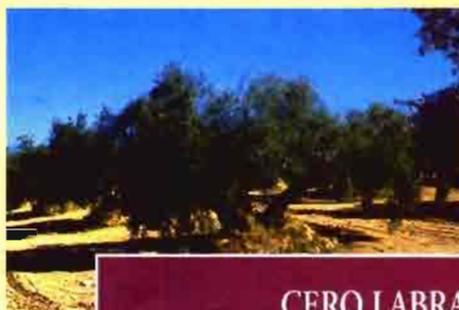
Los autores agradecen la financiación del MCYT a los proyectos de investigación AGL 2000-1721 y AGL2003-01999.

Le interesa la Agricultura de Conservación

Carlos Crovetto Lamarca

Agricultura de conservación

El grano para el hombre, la paja para el suelo



34,86 €



CERO LABRANZA

Los rastrojos, la nutrición del suelo y su relación con la fertilidad de las plantas

Carlos C. Crovetto



25 €

Carlos Crovetto ha plasmado en estas dos obras su experiencia de más de 30 años de aplicación de estas técnicas en su propia explotación.

Solicite más información a nuestro departamento de suscripciones
(91 426 44 30 o suscripciones@eumedia.es)
o en nuestra web www.eumedia.es.