

# Corrección de clorosis férrica en olivar en zonas afectadas

La solución de este problema en suelos calizos de olivar es relativamente difícil y costosa

*La clorosis férrica es producida por un desarreglo en la nutrición de Hierro y provoca una deficiencia de clorofila en las hojas. En la actualidad hay algunos estudios realizados para su corrección y se continúa investigando. En este artículo se realiza una revisión práctica de las distintas alternativas de lucha.*

● M. Pastor\*, J. Castro\*, J. Hidalgo\*\*,

\*CIFA - Córdoba. Consejería Agricultura y Pesca. Córdoba.

\*\*Servicio de Asesoramiento al Regante. Caja Rural Jaén.

**L**a clorosis férrica es una deficiencia de clorofila en hoja causada por un desarreglo en la nutrición de Hierro (Fe). Cuando las plantas sufren deficiencia de Fe el efecto más visible se observa en las hojas más jóvenes, que muestran un característico amarilleamiento internervial. En los casos en los que la clorosis no se corrija, las hojas más jóvenes pueden llegar a ser completamente amarillas y su tamaño se reduce considerablemente, observándose, en casos de clorosis severa, que los brotes afectados incluso pueden llegar a perder sus hojas.

Un altísimo porcentaje de flores sin ovario es otra de las consecuencias de esta enfermedad nutricional, así como las irregularidades en el cuajado de los frutos, lo que afecta muy negativamente a la producción final.

Las aceitunas de los brotes cloróticos adquieren igualmente tonos amarillos o verde claros, no llegan a alcanzar el tamaño adecuado y pueden llegar a perder su forma característica.

En general, los árboles afectados disminuyen su vigor, haciéndose casi imposible el rejuvenecimiento de ramas viejas mediante la poda de renovación clásica en olivar, afectándose muy negativamente la producción y en casos extremos los olivos pueden llegar a dejar de producir.

En Andalucía aproximadamente el 70% del olivar se cultiva en suelos calizos que son, precisamente, los que tienen mayor potencial para inducir la clorosis Fe. Esta clorosis del olivo viene apareciendo regularmente en diferentes zonas de Andalucía, destacándose las comarcas de Estepa en la provincia de Sevilla, Baena y Castro del Río en la de Córdoba, así como Santisteban del Puerto, la comarca de la Loma y Jódar en la provincia de Jaén, entre otras.

Todas las especies vegetales no se ven igualmente afectadas por la clorosis Fe. Incluso variedades distintas de una misma especie pueden diferir considerablemente en su sensibilidad a la clorosis, por lo que se habla de plantas resistentes o susceptibles a la clorosis. Las resistentes han desarrollado ciertos mecanismos de respuesta a la deficiencia de hierro; las susceptibles no responden o no lo hacen con la misma intensidad que las resistentes.



Árbol de la variedad Picual en Jódar (Jaén) afectado de clorosis férrica. Obsérvese la pérdida de vigor y el color amarillento de determinadas zonas del olivo.

En olivo también se ha observado la existencia de variedades más resistentes a la clorosis como 'Cornicabra', 'Hojiblanca' y 'Nevadillo Negro' y más susceptibles como 'Arbequina' y 'Manzanilla de Sevilla'. Se sugiere igualmente que el injerto sobre patrones como 'Cornicabra', 'Hojiblanca' y 'Nevadillo Negro' podría conferir tolerancia a variedades injertadas sobre ellos.

Igualmente muchas hectáreas de olivos cultivados en suelos calizos sufren clorosis latente, poco aparente a simple vista, mostrando los árboles un color desde amarillento a verde pálido, sin llegar a manifestar los clásicos síntomas de amarilleamiento internervial, lo que probablemente afecta a la producción y vigor de los olivos, si bien este aspecto no está todavía bien caracterizado.

La clorosis Fe raramente está causada por una deficiencia absoluta de Fe. El contenido total de Fe en suelo (20.000-30.000 ppm) supera, con mucho, a las necesidades de las plantas (0,5 ppm). Por lo tanto, cualquier factor que afecte a la movilización de Fe disponible para la planta estará relacionado con la clorosis.

## Propiedades que inducen a la clorosis

El suelo y su composición afectan de una forma importante a la aparición de clorosis en las plantas, pudiéndose destacar las siguientes propiedades:

- pH de la solución del suelo, que afecta a la solubilidad de los compuestos de hierro y por tanto a su disponibilidad.

- El contenido de óxidos de hierro amorfo, no cristalinos. Este contenido (extracción con oxalato amónico a pH 3) está correlacionado con el contenido en clorofila de la planta, de modo que un contenido de 0,3 g/kg separa en olivar los suelos inductores de clorosis de los que no lo son.

- En suelos con un aceptable contenido en materia orgánica se observan escasos problemas de clorosis, por lo que el estercolado al suelo puede reducir muchas veces su severidad, al ser la materia orgánica un buen agente quelante del hierro.

- La clorosis aumenta cuando las concentraciones de bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) aumentan; así como cuando se riega con aguas que tienen un alto contenido en bicarbonatos.

- Competencia de iones como Mn, Cu, K y Zn que pueden desplazar al Fe de los quelatos.

- Estimular un mayor desarrollo radicular del cultivo favorecerá la absorción de hierro por la planta.

- La compactación del suelo crea condiciones inductoras de clorosis.

- Finalmente altas y bajas temperaturas del suelo pueden favorecer la clorosis.

Aunque la clorosis se observa casi siempre en suelos calcáreos, la presencia de un alto contenido en carbonato no es siempre garantía de la aparición de clorosis. En suelos arcillosos, por diversas causas, no suelen aparecer problemas de clorosis para el olivar.

En condiciones de campo, algunas de estas propiedades, como el grado de humedad, el de compactación, la temperatura, la composición de la disolución del suelo, pueden variar a lo largo del tiempo, así como con las prácticas de cultivo. La contribución de estos factores a la aparición de clorosis puede estar en continuo cambio, por lo que no siempre se pueden dar recomendaciones genéricas y satisfactorias a los agricultores.

## Métodos de corrección

La corrección de la clorosis férrica en suelos calizos en olivar es relativamente difícil y costosa, encontrándose diferentes técnicas,



Brotaciones clásicas de color amarillento debido a deficiencia en hierro. Caso de un olivo muy afectado de clorosis en Jódar (Jaén). Cultivo en un suelo poco profundo y con alto contenido en carbonato cálcico, regado con agua con un alto contenido en bicarbonato.



Las hojas del centro muestran la clásica corrosis intermervial, así como el menor tamaño de la hoja. En los extremos hojas de olivos no cloróticos recuperados con una aplicación al suelo de Fe-EDDHA.

cuya eficacia en olivar en algunos casos no está aún bien contrastada experimentalmente. Entre ellas se encuentran:

### 1) La aplicación al suelo de quelatos de hierro.

En la literatura se citan numerosos sistemas para la corrección de la clorosis férrica en especies arbóreas, sin embargo, el empleo de quelatos Fe-EDDHA aplicados al suelo parece que puede ser una forma muy eficaz, especialmente cuando se dispone de una instalación de riego por goteo y fertirrigación.

Los quelatos de hierro para aplicación en suelos calizos son compuestos químicos pertenecientes a la familia de los poliamino-ortofenol-carboxílicos, de entre los cuales la actual legislación solamente contempla los ligandos EDDHA, EDDHMA, EDDCDA.

En el mercado en la actualidad existen más de 200 formulados que en su composición incluyen hierro quelatado. La legislación vigente fija un límite del 5% como contenido mínimo en hierro total, y un mínimo de pureza del 80% como hierro quelatado, entendiéndose por tal el isómero orto-orto de las moléculas ligandos EDDHA, EDDHMA y EDDHCA.

La legislación exige igualmente la declaración en etiqueta de dichos contenidos mínimos, aunque no fija el método oficial de análisis. Todo ello ha dado lugar una oferta comercial de productos de calidades muy diferentes bajo un mismo etiquetado. La clarificación en etiqueta de todos los detalles anteriores, así como la aprobación de un método oficial de análisis, permitirán al agricultor el empleo del producto y la dosis más adecuados a sus necesidades, y la elección de la relación coste eficacia que desee.

En un reciente trabajo de investigación dirigido por el Prof. Lucena en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Madrid, en el que se ha determinado el contenido en hierro quelatado en una amplia serie de productos comerciales etiquetados como quelatos de los grupos EDDHA y EDDHMA con una riqueza nominal en hierro superior o igual al 6%, las concentraciones de los Fe-EDDHA orto-orto estuvieron por debajo del 3,5% en todos los casos, con sólo un reducido número de productos con cantidades entre 3,0 y 3,5% y un nutrido grupo de productos en torno al 2,5%, habiendo aparecido algunos productos en cuya composición no están presentes los quelatos EDDHA ni EDDHMA.

Una vez hechas las anteriores consideraciones, presentamos a continuación los resultados de un ensayo planteado en el

**TABLA 1: PRODUCCIONES DE ACEITUNAS OBTENIDAS EN EL ENSAYO DE SANTISTEBAN DEL PUERTO (JAÉN) EN OLIVOS CENTENARIOS DE REGADÍO AFECTADOS DE CLOROSIS FÉRRICA, Y TRATADOS APLICANDO FE-EDDHA EN FERTIRRIEGO**

Dosis Fe-EDDHA	1995	1996	1997	1998	1999	2000	MEDIA	Aumento de producción (%)
CONTROL	13,6	103,3	137,9	69	71,5	103,9	83,2	100
25 g/olivo	19,8	113,4	104	75,3	86,6	147,1	91,0	109
50 g/olivo	26	138,9	121,2	89,9	120,9	151,8	108,1	130
75 g/olivo	24,2	126,2	114,5	87,6	109,6	148,3	101,7	122

año 1995 en la localidad de Santisteban del Puerto (Jaén) en un olivar centenario de la variedad 'Picual', que se cultiva en regadío en un suelo franco-arcilloso, muy calizo (más del 50% de carbonato cálcico) y poco profundo, con caliza activa del 21 %, pH 8,2, y contenido en materia orgánica del 1,49 %. Los árboles presentaban un grado de clorosis severo cuando comenzó el experimento.

Para la corrección de la clorosis se trabajó con un preparado comercial a base de Fe-EDDHA con un contenido en hierro total del 6 % y aproximadamente un 3,3% de orto-orto EDDHA, empleándose las dosis de 25, 50 y 75 g/olivo de dicho producto comercial, aplicados disueltos en el agua de riego fraccionadamente en tres momentos: comienzo de la brotación (abril), mitad del mes de junio, y a principios de septiembre.

La **Tabla 1** muestra las producciones de aceitunas obtenidas por olivo en cada uno de los seis años de duración del experimento. Salvo cierto tipo de anomalías (año 1997), debidas probablemente a la típica alternancia de producción del olivo (veceña), la respuesta productiva debida a la aplicación del Fe-EDDHA se produjo ya desde el primer año de empleo del quelato (1995), observándose que en el conjunto de años la dosis 25 g/olivo fue insuficiente, y como la producción media de aceituna aumentó entre un 22 y un 30 % para las dos dosis más efectivas, mostrándose la dosis de 50 g/árbol de producto como suficiente para resolver el problema de clorosis en esta finca.

Considerando un precio de la aceituna de 55 pts./kg, libre del coste de recolección y molturación y un coste del Fe-EDDHA de 2.700 pts./kg, podemos calcular que para un aumento medio de producción (**Tabla 1**) de 25 kg/olivo y año (1.375 pts./olivo), es necesario invertir 135 pts./olivo y año, es decir un equivalente a 2,5 kg de aceitunas por olivo, por lo que la inversión anual resulta muy rentable.

En los años secos 1995, 1999 y 2000 es en los que existió una mayor respuesta a la aplicación del quelato de hierro, observándose que después de un periodo de años lluviosos años 1996 y 1997, la respuesta a la aportación del Fe-EDDHA es menos clara, probablemente porque el agua de lluvia moviliza las reservas de Fe del suelo.

El aumento de la producción podría sustentarse en una mejora de la eficiencia fotosintética, al aumentar el contenido de clorofila en hojas a medida que aumenta la cantidad de Fe-EDDHA empleada por árbol, así como del tamaño de las hojas.

Todo esto redundará, por un lado, en un significativo aumento del número de frutos cuajados por olivo, y a pesar de ello a una mayor capacidad de llenado de los frutos (aceitunas más grandes), habiéndose observado que como consecuencia de la mejora de la eficiencia fotosintética, una mayor dosis de hierro permite una mayor crecimiento de los frutos, así como una mayor acumulación de aceite en la aceituna.

El ensayo ha permitido igualmente evaluar la influencia de la deficiencia en Fe sobre el color de los frutos, mostrándose las

aceitunas procedentes de los árboles con mayor dosis de Fe-EDDHA con un color más verde que las de los testigos y aceitunas más amarillas en la medida en que se reduce la dosis de quelato Fe-EDDHA aplicada por olivo.

## 2) Inyección al suelo de vivianita.

La fertilización con vivianita (fosfato ferroso hidratado), que es un abono de lenta liberación, inyectado en solución acuosa a presión en el suelo, alrededor del olivo, puede solucionar los problemas de clorosis en olivar, aunque su acción suele ser más lenta que la del Fe-EDDHA, pero con una duración de su efecto de al menos 3-4 años.

Trabajos recientes de la cátedra de Edafología de la ETS de Ingenieros Agrónomos y Montes de la Universidad de Córdoba muestran como la aportación de vivianita a una dosis de 1-2 kg/olivo, en función del tamaño de la copa de los olivos, ha aumentado la producción del olivo, el rendimiento graso de las aceitunas, mejorando igualmente la calidad de los aceites producidos por los árboles tratados (mayor contenido en pigmentos y mayor estabilidad).

La vivianita puede obtenerse mezclando en un depósito con 100 litros de agua 2,5 kg fosfato diamónico (agitar hasta disolución), y 7,5 kg de sulfato ferroso. Se obtienen de este modo 5 kg de vivianita/100 litros.

## 3) Pintura de los troncos con una solución de sulfato de hierro y cal.

Práctica muy empleada en algunas zonas de la provincia de Jaén (Arjona, Porcuna, Torredonjimeno, fundamentalmente). No existe contraste experimental que avale la bondad de esta práctica.

## 4) Pulverizaciones foliares con diferentes productos que contienen hierro.

Entre dichos productos podemos citar los quelatos, sulfato ferroso, poliflavonoides (lignosulfonato de hierro), etc. En general se obtienen resultados rápidos de escasa persistencia en el tiempo (días), mostrándose los resultados erráticos en muchas ocasiones.

## 5) Inyecciones de sulfato o citrato ferroso al tronco.

Su aplicación práctica puede ser viable en olivares jóvenes y con un solo tronco, pero problemática en árboles adultos y de varios troncos, donde es dudoso el punto de colocación de la inyección, así como del coste excesivo cuando hay que colocar varias inyecciones por árbol. Sus efectos podrían durar 2-3 años. Su aplicación en fincas de cierto tamaño no ha cubierto satisfactoriamente, en la práctica, las expectativas demostradas en los ensayos. ■



A la izquierda aceitunas de olivos con clorosis férrica. A la derecha, aceitunas de árboles sanos tratados con Fe-EDDHA. Obsérvese el color más amarillo de los frutos, así como el menor tamaño de las aceitunas.