

# C L O R O S I S F E R R I C A

## III - Corrección

### III - 1. - Aspersión y quelatos

Una vez realizado el diagnóstico correcto de la deficiencia (Cogullada 28, 1968), se debe proceder a su corrección; inicialmente, este se realizó mediante aspersiones con soluciones preparadas a base de diversos compuestos de hierro o mediante la introducción en el tronco de los árboles de comprimidos, preparados con compuestos de hierro («inyección sólida»). Posteriormente, a partir de 1950, se recurrió a la utilización de ciertos compuestos de hierro, denominados «quelatos», que adicionados al suelo, son capaces de mantener al hierro en forma asimilable, es decir, utilizable por la planta.

Los resultados obtenidos, por cualquiera de los tres métodos citados, así como la persistencia de los tratamientos, son contradictorios, debido, posiblemente, al factor causante de la clorosis férrica.

A continuación se va a tratar, más extensamente, de cada uno de los métodos de corrección, citados anteriormente y referidos únicamente al tratamiento de árboles frutales, en los que la deficiencia inducida de hierro presenta, en algunos casos, una extrema gravedad; en los cultivos anuales, esta carencia, salvo en casos muy excepcionales, no constituye, actualmente un grave problema.

#### A. ASPERSIÓN

Consiste en tratar los árboles, mediante aspersión, con soluciones preparadas a base de diversos compuestos de hierro (sulfato ferroso, citrato de hierro, quelatos de hierro, etc.).

Al proceder a la corrección de la deficiencia de hierro por este procedimiento, hay que tener presente que se trata de carencia de un micro-elemento, es decir, de un elemento indispensable para el normal desarrollo de la planta, pero en muy pequeñas cantidades y que por lo tanto, si se suministra el elemento en cantidad excesiva, se pasará de un estado carencial a otro de toxicidad, produciéndose, en ciertas ocasiones, una completa defoliación del árbol, y en el mejor de los casos quemaduras en las hojas.

Por ello, se recomienda comenzar los tratamientos con soluciones diluidas; si al cabo de unos siete días, aproximadamente, de realizado el tratamiento, no se observa la recuperación deseada, se procede a un segundo tratamiento, utilizando una solución un poco más concentrada; se continúa procediendo de esta manera, hasta conseguir la recuperación óptima del árbol. En el caso de utilizar sulfato ferroso, se comienzan los tratamientos con una solución preparada disolviendo 1 gramo de producto por cada litro de agua; si la aspersión con esta solución no hace desaparecer completamente los síntomas de la deficiencia se procede a realizar una segunda aspersión, con una solución que contenga 1,5 gramos de sulfato ferroso por litro de agua; en el caso de tener que recurrir a un tercer tratamiento, se prepara otra solución a base de 2 gramos de producto por litro de agua, etc. En las experiencias realizadas en la Estación Experimental de Aula Dei, con melocotonero, peral y membrillero, se consiguieron bue-

nos resultados, realizando las aspersiones con soluciones preparadas disolviendo 1,5 gramos de sulfato ferroso por cada litro de agua.

Las soluciones a utilizar en las aspersiones se preparan disolviendo la cantidad apropiada del compuesto de hierro en el volumen correspondiente de agua, adicionando una pequeña cantidad de un humectante (por ejemplo, un poco de detergente).

Como ya se ha indicado anteriormente pueden utilizarse, en la preparación de las soluciones para la aspersión, quelatos de hierro; sin embargo, teniendo en cuenta que con sulfato ferroso se obtienen buenos resultados y que el coste de los quelatos es muy superior al de aquel, es por lo que se recomienda la utilización del sulfato ferroso para la corrección de la deficiencia inducida de hierro por aspersión.

Las aspersiones deben realizarse a primeras horas de la mañana o últimas del día y nunca a pleno sol, ya que en este caso se produce una rápida evaporación de la solución que queda sobre la hoja, lo que se traduce en una mayor concentración de hierro, apareciendo manchas o quemaduras sobre las hojas. También se puede recurrir a la realización de las aspersiones en días nublados, con el riesgo de que se produzcan precipitaciones y por tanto la pérdida del tratamiento, como consecuencia del lavado de las hojas por el agua de lluvia. La corrección de la deficiencia por aspersión debe llevarse a cabo tan pronto como aparezcan los primeros síntomas de clorosis.

La corrección de la clorosis por aspersión, puede realizarse al mismo tiempo que cualquier otro tratamiento, siempre y cuando las soluciones a mezclar sean compatibles, es decir, no se forme, al mezclarlas, ningún precipitado.

Este método de corrección presenta dos inconvenientes:

a) La recuperación de los árboles tratados no es homogénea, apareciendo junto a hojas completamente verdes, otras con un moteado verde e incluso algunas permanecen amarillas a pesar del tratamiento; ello es debido a la dificultad de llevar a cabo un reparto uniforme y regular, de la solución, por todo el árbol.

b) La persistencia del tratamiento es de unos 20 a 25 días, lo cual quiere decir que hay que proceder a una repetición de los tratamientos a lo largo del ciclo vegetativo de los árboles cuando se pasen los efectos del tratamiento anterior.

## B. QUELATOS DE HIERRO

La introducción de ciertos compuestos de hierro, denominados «quelatos», ha permitido la corrección de la deficiencia inducida de hierro mediante la adición al suelo de dichos compuestos. La corrección de la clorosis férrica, mediante aporte al suelo de un compuesto de hierro, no era posible, antes de la aparición de los quelatos de hierro, debido a las características de los suelos del Valle del Ebro (pH alto y elevado contenido de carbonato cálcico) las cuales determinaban una rápida fijación del elemento por el suelo y por tanto su inmovilización y en estas condiciones el elemento (hierro) no es utilizable por la planta.

Fue en 1952, cuando se realizaron en U.S.A., las primeras experiencias con un quelato de hierro, el Fe-EDTA (sal férrica del ácido etilen-diamino tetra-acético), para corregir la deficiencia de hierro que presentaban los cítricos que crecían en suelos arenosos ácidos. Sin embargo, cuando este producto, que había dado muy buenos resultados en el tratamiento de los cítricos, se aplicó en suelos calcáreos, no se obtuvieron resultados positivos, debido a que se trata de un quelato no estable a los pH característicos de estos suelos y en los cuales el hierro era fijado por el suelo. Estos resultados y los obtenidos por WALLACE y col., que se han distinguido por sus trabajos sobre quelatos, condujeron a que este investigador definiera las características que debe presentar un quelato de hierro para poder ser aplicado en la corrección de la clorosis férrica, y que son las siguientes:

1.ª El metal acomplejado, en nuestro caso el hierro, debe ser difícilmente reemplazable por otro u otros metales del suelo.

2.ª El compuesto debe ser estable a la hidrólisis, en cualquier tipo de suelo.

3.ª No debe descomponerse por la acción microbiológica.

4.ª Tratarse de un compuesto fácilmente soluble en agua.

5.ª El producto no debe presentar ningún síntoma de toxicidad para las plantas, a las dosis utilizadas.

6.ª El hierro acomplejado debe ser fácilmente utilizable por la planta.

7.ª El producto no debe ser muy caro.

Los resultados obtenidos en las experiencias montadas tanto en el laboratorio como en el campo con los quelatos de hierro estimularon a las industrias en la fabricación de estos compuestos que reunirán las condiciones exigidas por los investigadores, lo cual motivó el lanzamiento comercial de un gran número de quelatos de hierro, entre los que se encuentran compuestos derivados del ácido etilen-diamino tetra-acético, compuestos de tipo fé-nólico, de aminas aromáticas, etc.

De los quelatos existentes en España, parece ser que uno de los mejores es un derivado del ácido etilen-diamino di (O-hidroxifenil-acético) o EDDHA, conocido comercialmente como quelato —138 o simplemente Sequestrene; este producto se encuentra descrito en la bibliografía como uno de los mejores para la corrección de la deficiencia inducida de hierro en suelos calcáreos.

La técnica más utilizada en la aplicación de quelatos al suelo, consiste en quitar algo de suelo, sin llegar a dejar al descubierto las raíces, adicionar el producto, enterrarlo con el suelo que previamente se había quitado y regar; es decir, hay que adicionar el quelato en profundidad e inmediatamente después proceder a dar un riego.

Según las experiencias realizadas en Francia con el quelato-138, los resultados que se obtienen en la corrección de la clorosis férrica, dependen de varios factores, entre los cuales, parecen tener una gran importancia, las características físicas del suelo ya que estas determinan, en parte, la técnica de aplicación y la cantidad de producto a utilizar; la dosis a añadir, depende, sin embargo, también del grado de clorosis de los árboles, del desarrollo de los mismos y de la época de tratamiento, como se verá más adelante. Por lo que respecta a la persistencia del tratamiento, LAURENT, indica que tiene una gran importancia las dosis utilizadas, el grado de clorosis y la época del tratamiento.

Es muy difícil el dar unas normas generales sobre las dosis a utilizar de producto, ya que como indica LAURENT, no es lo mismo el proceder al tratamiento de una plantación de perales de 2 años a marco  $1,50 \times 3,50$  que otra de 6 años a  $6 \times 6$ . También juega en este sentido un papel importantísimo el contenido de caliza activa del suelo, así como la alcalinidad del mismo. De una manera muy general, el investigador anteriormente citado, establece que en el caso de suelos con una textura y permeabilidad media, se obtienen buenos resultados con dosis comprendidas entre los 15 y 20 kg., de producto por Ha., siendo el primer valor, el límite inferior. Si bien es cierto que en determinados casos se han obtenido excelentes resultados con aplicaciones de 9 Kg./Ha., se ha de tener en cuenta que en el caso de suelos con una textura muy fina o mala permeabilidad, es necesario, por el contrario aumentar las dosis.

La época de aplicación tiene, también, una gran importancia en las dosis a utilizar; así, los investigadores franceses, han comprobado que una aplicación de 50 grs., por árbol, de quelato-138, realizada el 12 de mayo daba muy buenos resultados, en tanto que la misma cantidad aplicado el 30 del mismo mes, dio lugar a unos resultados semejantes a los obtenidos el día 12 con 25 grs. por árbol. Si la aplicación de producto se retrasaba hasta el 26 de junio, era necesario, para obtener los mismos resultados que el 12 de mayo con 50 grs., adicionar 100 grs., de producto por árbol.

En resumen, en la utilización de los quelatos de hierro para la corrección de la deficiencia inducida de hierro, hay que tener en cuenta todos los factores mencionados, los cuales, por otra parte, son dependientes unos de otros.

El tercer método de corrección de la clorosis férrica «inyección sólida», será objeto de consideración en una nota posterior.