

# RELACIÓN ENTRE LA CLOROSIS FÉRRICA Y EL ANÁLISIS FOLIAR EN LIMONERO

M. A. Oltra Cámara<sup>1</sup>, I. Garmendia López<sup>1</sup>, P. Talavera García<sup>2</sup>, M. Giménez Montesinos<sup>2</sup>, V. J. Mangas Martín<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Alicante. Dpto. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente.

<sup>2</sup> Universidad Miguel Hernández. Dpto. Producción Vegetal y Microbiología.

## INTRODUCCIÓN

El diagnóstico de las deficiencias nutricionales en cítricos es una técnica rutinariamente utilizada para ajustar las aplicaciones de los fertilizantes. Mediante la observación de sintomatologías específicas, es posible conocer, aunque sin exactitud, el grado de deficiencia o toxicidad de un elemento.

La clorosis férrica se caracteriza por el amarilleamiento intervenal de las hojas jóvenes. Pero a medida que la carencia en hierro se agrava los nervios también van palideciendo, llegando en los casos extremos a desaparecer casi completamente el contraste limbo-nervadura. Estudios previos corroboran que el diagnóstico visual de la deficiencia en hierro es una técnica válida y no así la concentración de Fe foliar total, ya que las técnicas oficiales no distinguen las diferentes formas iónicas del hierro<sup>1,2</sup>. Sin embargo, es necesario comprobar en cada cultivo, que la carencia visual está estrechamente ligada a una baja concentración del elemento a nivel de hoja. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue estudiar las relaciones existentes entre los síntomas visuales de la carencia de hierro y las concentraciones foliares en elementos esenciales en limonero *Citrus limon* L. Burmf. Var. Fino injertado sobre naranjo amargo (*Citrus aurantium* L.).

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una parcela de limonero Fino (15 años) sobre naranjo amargo situada en la finca "Lo Monte" del término municipal de Pilar de la Horadada (Alicante). La superficie total de la finca comprende 425 Ha, de la cual se estudió una parcela de 5 Ha con 1400 árboles. El marco de plantación en la zona era de 6 x 6 m, el diámetro de copa 5,5 m y los pies presentaban sistema de riego localizado. La temperatura media anual fue del 18°C y la pluviometría de 245mm.

El muestreo se efectuó siguiendo diagonales en forma de zig-zag a lo largo de la parcela, asegurando así la toma de muestras en las cuatro orientaciones. Las hojas recogidas procedían de la brotación de primavera, con una edad comprendida entre 5-7 meses y sin frutos terminales. Las muestras comprendían la hoja entera con su peciolo, presumiblemente libre de plagas y enfermedades, y carente de tratamientos foliares.

El número total de hojas muestreadas fue de alrededor de 3500, que se clasificaron en cuatro niveles o grupos atendiendo a los síntomas de deficiencia en hierro que presentaban (Fotografía 1):

- 1: Hojas que representan el rango normal teórico, sin aparente carencia.
- 2: Hojas cuyos nervios y especialmente limbo presentan un tono de verde menos intenso que las del grupo 1.
- 3: Hojas con limbos cloróticos en comparación con el nivel 1, aunque la nervadura permanece verde.
- 4: Hojas con limbos de color amarillo-blanquecinos y nervios verde-amarillentos.



Fotografía 1. Niveles de clorosis férrica decreciente (4-1) en hojas de limonero var. Fino.

El análisis mineral de las muestras fue realizado según la metodología oficial vigente del MAPA en el Servicio de Tierras y Vegetales (Servian, Fertiherbia S. A.). Finalmente, con los resultados obtenidos y mediante el programa SIGMA se procedió al estudio estadístico ANOVA y correlación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La clorosis asociada a la deficiencia en Fe, parece no estar relacionada con un bajo contenido en hojas de N, P, K, Cu y Na (Fig. 1, Tabla 1). De hecho, se constata una correlación significativa y positiva entre la intensidad de la clorosis y la concentración de dichos nutrientes, a excepción del Cu, por lo que la clorosis observada puede estar ligada al aumento en la concentración foliar, especialmente de N y K, ya que sus niveles en hoja exceden en gran medida a los niveles de referencia<sup>3</sup>. Trabajos previos han descrito una acumulación de nitrato, aniones orgánicos y aminoácidos en plantas con carencia en Fe, debido a la limitación en el crecimiento y a la completa inhibición del desarrollo de nuevas hojas<sup>4,5</sup>.

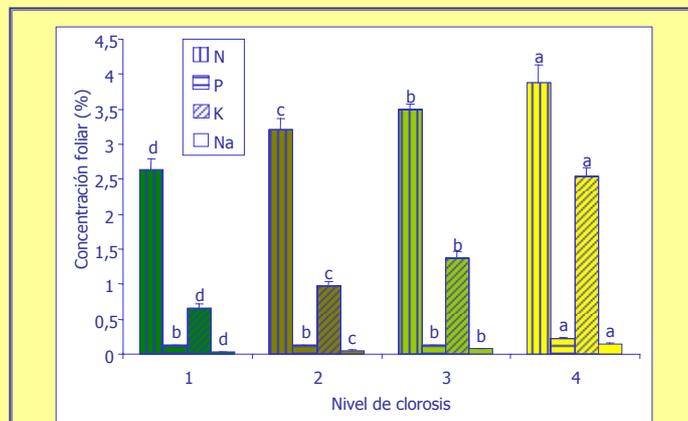


Figura 1. Análisis foliar en limonero var. Fino injertado sobre naranjo amargo en función de nivel de clorosis férrica. Las medias muestrales (n=7-10) vienen representadas junto a la desviación estándar. Para cada elemento, las barras acompañadas por la misma letra no difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ ).

Tabla 1. Análisis foliar en limonero var. Fino en función de nivel de clorosis férrica.

Nivel de clorosis	Ca (%)	Mg (%)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	B (ppm)
1	3,46 a	0,43 ab	15,0 a	14,6 bc	8,0 a	282,3 b
2	3,59 a	0,46 a	18,2 a	18,2 a	8,6 a	470,4 a
3	4,14 a	0,46 a	18,5 a	17,3 ab	8,0 a	485,2 a
4	2,39 b	0,42 b	14,7 a	13,4 c	6,1 a	300,4 b

Dentro de cada columna, las medias muestrales (n=7-10) seguidas por la misma letra no difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ ).

El exceso de K parece estar directamente relacionado tanto con el aumento en nitratos como con los niveles subóptimos de Mg y Ca observados<sup>6</sup>. Las plantas con exceso en K desarrollan primero deficiencia en Mg y posteriormente en Ca, ya que induce el desequilibrio entre estos elementos.

Por otro lado, aunque la concentración foliar en Na aumenta de forma paralela a la sintomatología de la clorosis, no alcanza un alto nivel en relación a los valores de referencia<sup>3</sup>. La baja concentración de Mn en las muestras, en comparación con los rangos normales, puede explicarse por el pH del agua de riego empleada, ya que un pH de 7,8 puede implicar una menor disponibilidad de este elemento<sup>6</sup>.

En relación a los bajos niveles de Zn observados en las hojas de limonero, la ligera alta concentración en P podría haber interferido en su asimilación<sup>6</sup>. Respecto al Cu, no se observa relación con la sintomatología de la clorosis y sus niveles alcanzan valores normales<sup>3</sup>. En el caso del B, las hojas de limonero presentan concentraciones muy altas, pero resulta ser independientemente del grado de clorosis desarrollado.

## CONCLUSIONES

La carencia en Fe interfiere en la concentración de algunos elementos esenciales en hojas de limonero Fino, ocasionando directa o indirectamente el exceso en N y K, y la deficiencia en Mg y Ca en condiciones de un elevado grado de amarillamiento.

La clorosis férrica podría ser en sus estados más avanzados una sintomatología causada por el efecto conjunto de la carencia en Fe y el desequilibrio en otros elementos esenciales.

## BIBLIOGRAFÍA

- <sup>1</sup>Oltra-Cámara, MA; Mangas, VJ; Jiménez, M; Fernández, JM y Giner, JF (2004) La clorosis férrica en limonero Fino y su diagnosis visual. X Simpósio Ibérico de Nutrição Mineral das Plantas, Lisboa (Portugal)
- <sup>2</sup>Srivastava, AK y Singh, S (2006) Biochemical markers and nutrient constraints diagnosis in citrus: a perspective. *Journal of Plant Nutrition* 29: 827-855
- <sup>3</sup>Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente, Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (2002) Norma técnica para la producción integrada de cítricos.
- <sup>4</sup>Mengel, K y Kirkby, EA (2001) Iron. En: Mengel, K y Kirkby (eds.) *Principles of Plant Nutrition* (pp 553-571). Kluwer Academic Publishers, Holanda
- <sup>5</sup>Alcaraz, CFE, Banet, E Hellin, E y Llorente S (1979) Nitrate nitrogen and nitrate reductase activity in Verna lemon tree leaves. *Journal of Plant Nutrition* 1: 347-354
- <sup>6</sup>Benton, JJ (2003) Plant mineral nutrition. En: Benton, JJ (ed.) *Agronomic Handbook: Management of Crops, Soils, and their Fertility* (pp 291-336). CRC Press. EE. UU.