

Predicción de la incidencia de la clorosis férrica en melocotonero cultivado en suelos calcáreos

R. YANGUAS, M.C. DEL CAMPILLO, J. TORRENT

Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales, Universidad de Córdoba, Córdoba, España

INTRODUCCIÓN. – La clorosis férrica afecta al crecimiento y rendimiento del melocotonero debido al menor número y tamaño de frutos, así como retraso en la maduración. Esta deficiencia de Fe no sólo reduce la producción sino que, en los casos de clorosis severa se puede llegar a perder la plantación. En España, la mayor parte de las plantaciones de melocotonero se encuentran en Cataluña, Aragón, Levante y Andalucía, precisamente donde predominan los suelos calcáreos, por lo que es frecuente encontrar problemas de clorosis férrica. Cuando se va a establecer una plantación es pues conveniente conocer el poder clorosante que un suelo tiene para una determinada especie vegetal. Como la clorosis férrica se presenta en suelos calizos, se ha estudiado la influencia que en la misma tienen el contenido y propiedades de los carbonatos así como el contenido de bicarbonatos (INSKEEP y BLOOM, 1986; LOEPPERT *et al.*, 1988; MORRIS *et al.*, 1990; DEL CAMPILLO y TORRENT, 1992a). En España se utiliza el contenido de caliza activa para identificar los suelos que pueden inducir clorosis férrica. Suelos con un contenido de caliza activa mayor del 9% (GONZÁLEZ, 1990) se consideran inductores de clorosis férrica. Por otra parte, al ser una deficiencia de Fe, se han utilizado distintos extractantes de Fe en muestras de suelo, y estudiados en relación con el grado de clorosis férrica. Trabajos recientes han mostrado que el Fe extraíble con oxalato-NH₄ por un método rápido era un buen parámetro para predecir la clorosis férrica en suelos calizos en los que se cultivó garbanzo y girasol en maceta (del Campillo y Torrent, 1992a).

El objetivo de este trabajo era determinar qué propiedades del suelo pueden ser utilizadas para predecir el riesgo de aparición de clorosis férrica en melocotonero y establecer los niveles críticos de dichas propiedades.

MATERIALES Y MÉTODOS. — Se seleccionaron 9 fincas en el valle del río Guadalquivir y la provincia de Lérida con una amplia variación en cuanto a síntomas visuales de clorosis férrica. En 53 puntos de estos campos se tomaron muestras de material vegetal y suelo en los meses de Mayo y Junio. Todos los melocotoneros (*Prunus Persica* (L.) Batsch) muestreados tenían pie franco (Nemaguard o Nemared) susceptible a la clorosis férrica en suelos calizos (BYRNE, 1988; RAZETO, 1982; SHI *et al.*, 1993). Las variedades (Early Redhaven, M^a Serena, Merrill July Lady y Vivian) eran algunas de las más utilizadas en las zonas de estudio. Se comprobó que las fincas no habían sido fertilizadas con ningún compuesto de Fe.

Muestras de suelo. En dos puntos situados alrededor de cada árbol, a una distancia del tronco que variaba entre 1 y 2 m (dependiendo del tamaño del árbol) se recogieron muestras de suelo de los primeros 25 cm y a 50 cm, aproximadamente. Las muestras tomadas a igual profundidad se mezclaron con objeto de obtener muestras compuestas, una de suelo superficial y otra profunda, por cada árbol. Las muestras de suelo se secaron al aire y se pasaron por un tamiz de 2 mm. Con la fracción fina resultante se hicieron todos los análisis. El contenido de humedad higroscópica (HH) se determinó por pérdida de peso a 110°C durante 24 h. El pH se determinó en una suspensión suelo: agua de 1:2.5. La suspensión fue agitada cada 5 min durante 0.5 h y se dejó reposar 10 min antes de realizar la medida. El equivalente de carbonato cálcico activo (ECCA) o caliza activa se determinó con oxalato-NH₄ 0.1 M en una suspensión suelo: solución 1:25, según el método de DROUINEAU (1942). El contenido de bicarbonatos se determinó valorando con H₂SO₄ 0.001 M, en presencia de naranja de metilo, la solución que resultó de suspender 2 g de suelo en 4 ml de agua después de ser centrifugada. El Fe extraíble con ácido dietil-triamino-pentacético (DTPA) se determinó después de agitar 10 g de suelo con 20 ml de DTPA 0.005 M a pH 7.3 (LINDSAY y NORVELL, 1978). El Fe extraíble con oxalato-NH₄ a pH 3 (Fe_o) (SCHWERTMANN, 1964) se determinó después de eliminar los carbonatos de suelo con una disolución tampón NaAcO-HAcO 1 M a pH 4.75. La solución tampón se renovó varias veces hasta que el pH de la suspensión se mantuvo constante a 4.75. Cuando no se observó burbujeo de CO₂, las muestras se consideraron descarbonatadas. A 1 g de estas muestras lavadas y liofilizadas se añadieron 50 ml de oxalato-NH₄ 0.2 M. Para determinar el Fe_o (por un método rápido), a 2 g de suelo y 10 ml de agua se añadió la cantidad de ácido oxálico en polvo necesaria para neutralizar la caliza activa presente en la muestra de suelo (del CAMPILLO y TORRENT, 1992b). Los frascos sin tapar se agitaron durante 1 h y a continuación se añadieron 40 ml de oxalato-NH₄ 0.25 M a pH 3. En todos los casos la suspensión se centrifugó inmediatamente después de la extracción y el Fe se determinó por espectrofotometría de absorción atómica con un aparato Perkin-Elmer 3100.

Muestras de árbol. En cada árbol se eligieron cinco brotes al azar y en ellos se tomó la tercera hoja completamente desarrollada. En campo,

se estimó el contenido de clorofila espectrofotométricamente con el aparato Minolta SPAD-502 (unidades SPAD). En laboratorio, se determinó el contenido de clorofila después de poner en suspensión tres discos de hoja en metanol durante 24 h en oscuridad. En el extracto se midieron la clorofila *a* y clorofila *b*, a 663 y 645 nm, respectivamente, con un espectrofotómetro Perkin-Elmer Lambda 3. El contenido total de clorofila se calculó en $\mu\text{g cm}^{-2}$, según el método descrito por de CIANZIO *et al.* (1979).

Los coeficientes de correlación entre las variables analizadas se calcularon utilizando el programa CoStat (COHORT, 1988). El nivel crítico se calculó según el procedimiento estadístico de CATE-NELSON (1971).

RESULTADOS Y DISCUSION. - Las hojas muestreadas presentaron un intervalo muy amplio en cuanto a contenido total de clorofila (CTC). El CTC por unidad de superficie foliar varió entre 4.4 y 45.6 $\mu\text{g cm}^{-2}$. La estimación del contenido de clorofila con el aparato Minolta varió entre 5.9 y 44 unidades SPAD. El coeficiente de correlación entre el CTC y el estimado con el aparato Minolta era altamente significativo ($r = 0.86^{***}$). El coeficiente de correlación entre las dos determinaciones de clorofila mejoró cuando se usa el modelo de ecuación potencial ($r = 0.96^{***}$) (Fig. 1). El aparato Minolta es pues útil para determinar el grado de clorosis férrica en planta sin causar daño en hoja y sin entorpecer, por tanto, el desarrollo y evolución normal de la planta. Además de ser un método rápido y cómodo, puede ser utilizado para medir la clorosis férrica en campo. Los valores extremos, medias y desviación típica de las propiedades de los suelos analizados se encuentran en la Tabla 1. El pH varía entre 7.2 y 8.5 en las muestras de suelo superficiales y entre 7.5 y 8.6 en las muestras subsuperficiales. El equivalente de carbonato cálcico activo (ECCA) o caliza activa varía entre 4 y 140 y entre 4 y 116 g kg^{-1} en las muestras superficiales y subsuperficiales, respectivamente. La humedad higroscópica (HH), utilizada como una estimación del contenido de arcilla en los suelos, varía entre 7 y 43 g kg^{-1} . Los datos obtenidos de las propiedades analizadas son característicos de suelos agrícolas.

Los coeficientes de correlación entre el CTC y diversas propiedades de los suelos se muestran en la Tabla 2. El contenido total de clorofila en hoja de melocotonero está mejor correlacionado con el Fe extraído con oxalato- NH_4 , utilizando el método rápido (Fe_o (rápido)) tanto en muestras superficiales ($r = 0.60^{***}$) como muestras subsuperficiales ($r = 0.57^{***}$), que el Fe extraído con oxalato- NH_4 .

usando el método tradicional (Fe_o) ($r = 0.32^*$, $r = 0.44^{**}$) y que el Fe extraído con DTPA (Fe_{DTPA}) ($r = 0.39^{**}$, $r = 0.43^{**}$) de las muestras superficiales y subsuperficiales, respectivamente. El oxalato- NH_4 a pH ácido extrae principalmente los óxidos e hidróxidos amorfos de Fe en el suelo y parte del Fe en complejos orgánicos móviles (SCHWERTMANN y FISCHER, 1973). Las formas amorfas de Fe en el suelo se caracterizan por ser partículas muy pequeñas de gran superficie específica y reactividad y, por tanto, su Fe puede ser fácilmente movilizado en la rizosfera. El oxalato- NH_4 proporciona una buena estimación de la que parece ser la fuente más importante de Fe para la planta. La mejor correlación del CTC con el Fe_o (rápido) del horizonte superficial puede ser debido a la presencia de la mayoría de las raíces activas en los primeros centímetros de profundidad. Todas las plantaciones eran de regadío y la mayoría fertirrigadas. La correlación positiva del CTC y del Fe_o ha sido observada también en plantas herbáceas tales como girasol, sorgo, soja y garbanzo (LOEPPERT y HALLMARK, 1985; LOEPPERT *et al.*, 1988; CLEMENS, 1990; DEL CAMPILLO y TORRENT, 1992a). Para todas las muestras de suelo, la cantidad de Fe_o (rápido) < Fe_o siendo la correlación entre ambas altamente significativa (Fe_o (rápido) = $0.08 + 0.66 Fe_o$, $r = 0.64^{***}$). La extracción de Fe_o se determina previa descarbonatación total de las muestras de suelo mientras que el Fe_o (rápido) se extrae después de eliminar solamente la caliza activa. Las formas de Fe que estén ocluidas en las partículas de carbonato cálcico o como Fe estructural de los carbonatos y que no formen parte de la fracción caliza activa, no son disueltas por el oxalato- NH_4 (del CAMPILLO y TORRENT, 1992b). Esto también puede explicar el porqué el Fe_o (rápido) es mejor indicador que el Fe_o del poder clorosante del suelo, ya que las raíces de las plantas tampoco pueden acceder al Fe del interior de carbonatos o agregados. El nivel crítico de Fe_o (rápido) que separa los suelos inductores de clorosis férrica en melocotonero de pie franco de los que no es, según el método de CATE y NELSON (1971), de aproximadamente $1g\ kg^{-1}$ suelo (Fig. 2).

La correlación del CTC con el Fe_{DTPA} es positiva y significativa pero menor que con el Fe_o (rápido) tal como habían observado DEL CAMPILLO y TORRENT (1992b) en garbanzo y girasol en muestras de suelos calcáreos. Otros investigadores han observado, sin embargo, una alta correlación entre el grado de clorosis y el Fe extraí-

ble con DTPA (LINDSAY y NORVELL, 1978; GEIGER y LOEPPERT, 1986). Para los suelos de España, URBANO (1990) indica que suelos con menos de 4.5 ppm de Fe_{DTPA} pueden ser potencialmente inductores de clorosis férrica. En las muestras de suelo analizadas en este trabajo, el nivel crítico de Fe_{DTPA} para melocotonero de pie franco, se encuentra alrededor de 13 ppm. La cantidad de Fe complejoado por el DTPA es función de la actividad del Fe en solución y de la labilidad de las formas de Fe de la fase sólida. El DTPA, teóricamente, puede extraer Fe de la solución semeando la absorción de Fe por las raíces de las plantas (VIETS y LINDSAY, 1973). La correlación negativa y significativa entre el pH del suelo y el Fe_{DTPA} ($r = -0.52^{**}$) podría indicar un cambio del pH en la suspensión suelo-disolución DTPA, de tal forma que la capacidad del DTPA para complejar Fe se viera modificada.

TABLA 1. - Valores extremos, medios y desviación típica de las propiedades† de los suelos

Propiedades del suelo	Valores extremos	Media	Desviación típica
<i>Muestras de suelo superficiales</i>			
pH (H ₂ O)	7.2-8.5	8.1	0.3
HH (g kg ⁻¹)	7-43	19.2	7.7
ECCA (g kg ⁻¹)	4-140	51	32
HCO ₃ ⁻ (mg kg ⁻¹)	18-348	115	64
Fe _{DTPA} (mg kg ⁻¹)	4.1-24.8	11.9	5.1
Fe _o (g kg ⁻¹)	0.74-2.03	1.25	0.3
Fe _o (método rápido) (g kg ⁻¹)	0.32-1.60	0.93	0.28
<i>Muestras de suelo subsuperficiales</i>			
pH (H ₂ O)	7.5-8.6	8.2	0.3
HH (g kg ⁻¹)	7-42	19.5	7.8
ECCA (g kg ⁻¹)	4-116	50.4	30
HCO ₃ ⁻ (mg kg ⁻¹)	20-233	108.8	51
Fe _{DTPA} (mg kg ⁻¹)	3.8-24.8	10.1	4.5
Fe _o (g kg ⁻¹)	0.58-2.01	1.17	0.31
Fe _o (método rápido) (g kg ⁻¹)	0.26-1.53	0.83	0.33

† HH = Humedad higroscópica; ECCA = Equivalente de carbonato cálcico activo; Fe_{DTPA} = Fe extraído con DTPA; Fe_o = Fe extraído con oxalato-NH₄; Fe_o (rápido) = Fe extraído con oxalato-NH₄, utilizando el método rápido.

TABLA 2. — Coeficientes de correlación† entre el contenido de clorofila total en hoja de melocotonero y las propiedades del suelo††.

Propiedades del suelo	Contenido total de clorofila (CTC)	
	Muestras de suelo superficiales	Muestras de suelo subsuperficiales
<i>Formas de Fe</i>		
Fe _o (rápido)	0.60***	0.57***
Fe _o	0.32*	0.44**
Fe _{DTPA}	0.39**	0.43**
<i>Parámetros de alcalinidad</i>		
ECCA	0.16	0.08
HCO ₃ ⁻	0.04	-0.01
pH	-0.02	-0.04

† Los imboles *, ** y *** indican niveles de probabilidad de 0.05, 0.01 y 0.001, respectivamente.

†† Fe_o (rápido) = Fe extraído con oxalato-NH₄ utilizando el método rápido; Fe_o = Fe extraído con oxalato-NH₄; Fe_{DTPA} = Fe extraído con DTPA; ECCA = Equivalente de carbonato cálcico activo.

La correlación entre el CTC y la caliza activa no era significativa para ninguno de los horizontes muestreados. Tampoco se observó ningún tipo de correlación entre el CTC y el pH o contenido

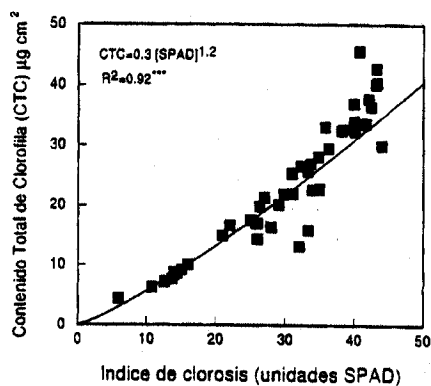


FIG. 1. — Relación entre el contenido de clorofila total (CTC, en $\mu\text{g cm}^{-2}$ de hoja) extraído con metanol y la estimación del contenido de clorofila medido con el aparato Minolta (unidades SPAD).

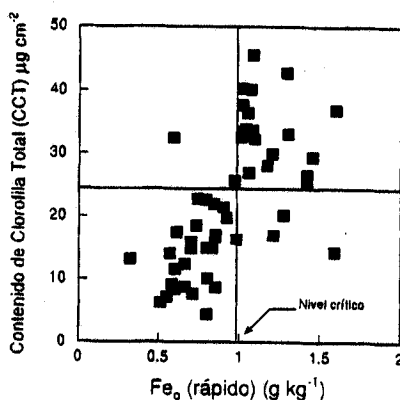


FIG. 2. — Relación entre el contenido total de clorofila (CTC) y el Fe extraído con oxalatoNH₄, usando el método rápido (Fe_o (rápido)).

de bicarbonatos. No obstante, la clorosis férrica se presenta, con frecuencia, en los melocotoneros en suelos calizos, como se recoge en los trabajos de BYRNE (1988) y RAZETO (1982). Distintos estudios han mostrado que son propiedades del carbonato tales como el tamaño de partícula (ROSTAD y St. ARNAUD, 1979), la cantidad de caliza activa (DROUINEAU, 1942; DEL CAMPILLO y TORRENT, 1992a), la superficie específica o la reactividad (MORRIS *et al.*, 1990; LOEPPERT *et al.*, 1988) las que inciden más que el contenido total de carbonatos en la aparición de la clorosis férrica en plantas herbáceas. La observación de la relación entre las propiedades de los carbonatos y la incidencia de la clorosis puede ser debido a la inhibición de ciertos mecanismos de respuesta de la planta frente a la clorosis férrica (LOEPPERT *et al.*, 1988).

En los patrones franco de melocotonero sensibles a la clorosis férrica, como Nema-guard, se ha observado que el mecanismo dominante para defenderse de la clorosis férrica es la capacidad reductora de Fe^{3+} , aunque con menor intensidad que los patrones híbridos o de almendro que son considerados resistentes a la clorosis férrica (CINELLI *et al.*, 1995; DE LA GUARDIA *et al.*, 1995; ROMERA *et al.*, 1991) y muy poca capacidad para exudar H^+ (ROMERA *et al.*, 1991). En este caso, parece lógico, que cuando la capacidad reductora de la raíz es relativamente baja, sea la cantidad de óxidos de hierro presentes en el suelo y de fácil reducción, como los óxidos de Fe amorfos (Fe_0), el factor limitante para que las plantas de melocotonero no manifiesten clorosis férrica. Sin embargo, cuando la secreción de H^+ no es un mecanismo importante en la planta para movilizar Fe de la rizosfera, la aparición de la clorosis férrica puede ser menos dependiente de la capacidad que el suelo tenga para tamponar el pH, que en los suelos calizos está controlado principalmente por el $CaCO_3$ (o HCO_3^- que se produce en la disolución del $CaCO_3$).

CONCLUSIONES. - Las muestras de suelos calcáreos y el contenido de clorofila de los árboles de melocotonero de pie franco recogidas y analizadas presentan un intervalo amplio de variación. El contenido total de clorofila (CTC) extraído con metanol está alta y significativamente correlacionado con el índice de clorosis espectrofotométrico (unidades SPAD). El índice SPAD proporciona una buena estimación del CTC, y permite por tanto estimar el grado de

clorosis en campo sin dañar las hojas y de una forma rápida y sencilla. De todas las propiedades edáficas analizadas, la propiedad que mejor se correlaciona con la aparición y severidad de la clorosis es la cantidad de Fe extraíble con oxalato amónico a pH 3, (Fe_o), que es una medida de la cantidad de (hidr)óxidos de Fe poco cristalinos. El nivel crítico de Fe_o (determinado por un método rápido), que separa los suelos que probablemente inducirán clorosis férrica en melocotonero de los que no, es, según el método de Cate-Nelson, de 1 g de Fe_o kg^{-1} de suelo. La determinación de Fe_o , es rápida y fácil, por lo que es un buen método para predecir la aparición de clorosis férrica en melocotonero.

BIBLIOGRAFÍA

- BYRNE D.H.: Comparative growth of two peach seedling rootstocks under alkaline soil conditions. *J. Plant Nutr.* 11, 1663 (1988).
- CATE R.B., NELSON L.A.: A simple statistical procedure for partitioning soil test correlation data into two classes. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 35, 658 (1971).
- CINELLI F., VITI R., BYRNE D.H., REED D.W.: Physiological characterization of two peach seedling rootstocks in bicarbonate nutrient solution. I. Root iron reduction and iron uptake. In: Abadía J. (Ed.), *Iron Nutrition in Soils and Plants*. Kluwer Academic Publishers, pp. 323-329 (1995).
- CLEMENS G.: Charakterisierung und Melioration von Chlorosestandorten. Ph. D. Thesis. University of Hohenheim, Germany, 105 p. (1990).
- COHORT SOFTWARE: CoStat: Statistical Software. CoHort Software, Berkeley, CA. (1988).
- DE CIANZIO S.R., FEHR W.R., ANDERSON I.C.: Genotypic evaluation for iron deficiency chlorosis in soybean by visual scores and chlorophyll concentration. *Crop Sci* 19, 644 (1979).
- DE LA GUARDIA M.D., FELIPE A., ALCANTARA E., FOURNIER J.M., ROMERA F.J.: Evaluation of experimental peach rootstocks grown in nutrient solution for tolerance to iron stress. In: Abadía J. (Ed.), *Iron Nutrition in Soils and Plants*. Kluwer Academic Publishers, pp. 201-207 (1995).
- DEL CAMPILLO M.C., TORRENT J.: Predicting the incidence of iron chlorosis in calcareous soils of southern Spain. *Comm. Soil Sci. and Plant Anal.* 23, 399 (1992a).
- DEL CAMPILLO M.C., TORRENT J.: A rapid acid-oxalate extraction procedure for the determination of active Fe-oxide forms in calcareous soils. *Z. Pflanz. Bodenk.* 155, 437 (1992b).
- DROUINEAU G.: Dossage rapide du calcaire actif du sol: nouvelles données sur la séparation et la nature des fractions calcaires. *Ann. Agron.* 12, 441 (1942).
- GEIGER S.C., LOEPPERT R.H.: Correlation of DTPA extractable Fe with indigenous properties of selected calcareous soils. *J. Plant Nutr.* 9, 229 (1986).
- GONZÁLEZ M.C.: Métodos analíticos para análisis de suelos. Dirección General de Investigación, Extensión y Capacitación Agrarias (Ed.), *Colección Información Técnica Agraria, Serie: Agricultura*, Badajoz, España (1990).
- INSKEEP W.P., BLOOM P.R.: Effects of soil moisture on pCO_2 , soil solution bicarbonate and iron chlorosis in soybeans. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50, 946 (1986).
- LINDSAY W.P., NORVELL W.A.: Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42, 421 (1978).
- LOEPPERT R.H., GEIGER S.C., HARTWIG R.C., MORRIS D.R.: A comparison of indigenous soil factors influencing the Fe-deficiency chlorosis of sorghum and soybean in calcareous soils. *J. Plant Nutr.* 11, 1481 (1988).

- LOEPPERT R.H., HALLMARK C.T.: Indigenous soil properties influencing the availability of iron in calcareous soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 49, 597 (1985).
- MORRIS D.R., LOEPPERT R.H., MOORE T.H.: Indigenous soil factors influencing iron chlorosis of soybean in calcareous soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54, 1329 (1990).
- RAZETO B.: Treatment for iron chlorosis in peach trees. *J. Plant Nutr.* 5, 917 (1982).
- ROMERA F.J., ALCANTARA E., DE LA GUARDIA M.D.: Characterization of the tolerance to iron chlorosis in different peach rootstocks grown in nutrient solution. II. Iron-stress response mechanisms. *Plant and Soil* 130, 121 (1991).
- ROSTAD H.P.W., ST. ARNAUD R.J.: Nature of carbonate minerals in two Saskatchewan soils. *Can. J. Soil Sci.* 50, 65 (1977).
- SCHWERTMANN U., FISCHER W.R.: Natural "amorphous" ferric hydroxide. *Geoderma* 10, 237 (1973).
- SCHWERTMANN U.: Differenzierung der Eisenoxide des Bodens durch Extraktion mit Ammoniumoxalat-lösung. *Z. Pflanz. Bodenk* 105, 194 (1964).
- SHI Y., BYRNE D.H., REED D.W., LOEPPERT R.H.: Iron chlorosis development and growth response of peach rootstocks to bicarbonate. *J. Plant Nutr.* 16, 1039 (1993).
- URBANO P.: Aplicaciones Fitotécnicas. Mundi-Prensa (Ed.), Madrid, España (1990).
- VIETS F.G. Jr., LINDSAY W.L.: Testing soils for Zn, Cu, Mn, and Fe. En: Soil Testing and Plant analysis. In: Beaton J.D. (Ed.), *Soil Sci. Soc. Am., Inc.* Madison, Wisconsin (1973).

RESUMEN. – La clorosis férrica es un problema importante para plantaciones de melocotonero (*Prunus Persica* (L.) Batsch) en suelos calcáreos. Esta deficiencia de Fe se observa con frecuencia en melocotonero de pie franco y puede provocar una disminución importante de la productividad. Conocer el riesgo de aparición de la clorosis férrica antes de realizar una plantación o elegir el material vegetal es pues importante. Con este objetivo, se realizó un estudio en 9 plantaciones de melocotonero sobre pie franco en la Provincia de Lérida y en el Valle del Río Guadalquivir. En un total de 53 localidades se recogieron muestras de hoja de los árboles y del suelo en que crecían las raíces. En cada uno de los árboles se determinó el grado y extensión de la clorosis férrica. El muestreo de suelo se hizo alrededor de cada uno de los árboles y a distintas profundidades, analizándose las propiedades que pudieran estar relacionadas con la incidencia de la clorosis férrica. El contenido total de clorofila (CTC) se midió espectrofotométricamente en el extracto de metanol y se estimó con el aparato Minolta (unidades SPAD). El coeficiente de correlación del índice SPAD con el CTC es significativo. Por lo tanto, el aparato Minolta puede ser utilizado para medir y hacer un seguimiento de la clorosis férrica en el árbol. En este estudio, también, se pone de manifiesto que la propiedad que predice la aparición de la clorosis férrica en melocotonero de pie franco cultivado en suelo calizo es el Fe extraíble con oxalato amónico (Fe_o) determinado por un método rápido. El nivel crítico de Fe_o , que separa los suelos que pueden provocar la aparición de clorosis férrica en melocotonero de los suelos que no, es de $1\text{ g de } Fe_o \text{ kg}^{-1}$ de suelo.

SUMMARY- Iron chlorosis is an economically important problem in peach (*Prunus Persica*, (L.) Batsch) orchards cultivated in calcareous

soils. To avoid erroneous decisions before planting peach it is highly recommended to know if a soil can induce Fe chlorosis. With this idea, soil samples and peach leaves were taken at 53 locations from 9 peach orchards in the Lérida province and Andalusia (Guadalquivir River Valley). Soils were sampled at depths of 25 and 50 cm. Total chlorophyll content (TCC) was measured in methanol extracts and estimated with the Minolta apparatus (SPAD units). TCC was well correlated with the SPAD units. Thus, SPAD readings can estimate the degree of Fe chlorosis in the field. The soil property best correlated with TCC was the Fe extractable with ammonium oxalate at pH 3 (Fe_o) determined with a rapid extraction method. The Fe_o is mainly a measure of the poorly crystalline Fe hydr(oxides). The Fe_o critical level for peach, which separates soils that induce Fe chlorosis from those that do not induce it, was approximately 1 g kg^{-1} soil.