

COMPORTAMIENTO DE DIFERENTES PATRONES CON VARIEDADES DE MELOCOTONERO: INFLUENCIA EN LA CONCENTRACIÓN MINERAL DE FLORES Y HOJAS

ZARROUK O. *, GOGORCENA Y. ⁽¹⁾, FELIPE A. **, BETRÁN J.A. ^{***(1)} Y MORENO M.A. *

**Departamento de Pomología, Estación Experimental de Aula Dei (Consejo Superior de Investigaciones Científicas). Apdo. 202, 50080 Zaragoza.*

*** Unidad de Fruticultura, Servicio de Investigación Agroalimentaria de la DGA. Apdo. 727, 50080 Zaragoza.*

**** Laboratorio Agroambiental, DGA. Apdo. 727, 50080 Zaragoza*

⁽¹⁾ Profesores asociados del departamento de Agricultura y Economía Agraria en la E.U.P.S. de Huesca. Universidad de Zaragoza.

RESUMEN

Se determinó la concentración de elementos minerales en flores y hojas de las variedades 'Queen Giant' y 'Tebana' [*Prunus persica* (L.) Batsch], injertadas sobre seis patrones híbridos almendro x melocotonero. El ensayo se estableció en un suelo pesado y calizo, con riego por inundación.

Los elementos analizados fueron: N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu y Na.

Se observó una clara influencia del patrón sobre la nutrición mineral, tanto en flores como en hojas. Se encontraron correlaciones significativas entre la concentración floral y foliar de Fe, P y Zn. La relación entre el Fe en flores y en hojas es interesante para un diagnóstico más temprano del estado nutricional de hierro en suelos calizos. También se observaron correlaciones significativas entre la concentración foliar de clorofila y la de K, Mn, Zn y Na en hojas, así como con la de Fe y Na en flores.

La variedad 'Queen Giant' mostró más diferencias significativas que 'Tebana' en la nutrición mineral entre patrones. Considerando el índice Σ DOP para 'Queen Giant', el patrón Felinem mostró un mayor desequilibrio nutricional comparado con Adarcias, Cadaman, Garnem y GF 677. El patrón Adafuel no difirió significativamente de todos los patrones estudiados.

Palabras Clave: Melocotonero, patrón, análisis floral, análisis foliar.

ABSTRACT

Flower and foliar mineral element concentration of the nectarine 'Queen Giant' and the peach 'Tebana' [*Prunus persica* (L.) Batsch] grafted on six peach x almond hybrids rootstocks were determined during one season. The orchard was located on a calcareous clay-loam soil, which was level-basin irrigated.

The mineral elements analysed were: N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu and Na.

Rootstock influence on mineral nutrient uptake was observed in flowers and leaves. The Fe, P and Zn concentrations in flowers and leaves were significantly correlated. The correlation between leaf and flower Fe concentration shows interest to predict Fe status, early in the season, in calcareous soils. In addition, the chlorophyll concentration was significantly correlated with the foliar concentration of K, Mn, Zn and Na, as well as with flower concentration of Fe and Na.

'Tebana' cultivar exhibited less significant differences on mineral uptake among rootstocks than 'Queen Giant'. For the latter cultivar, Felinem rootstock showed the worst balanced nutritional values (Σ DOP index) compared with those of the other rootstocks, except Adafuel.

Key Words: Peach, rootstock, flower mineral analysis, foliar mineral analysis.

1. INTRODUCCIÓN

El melocotonero es una de las especies frutales con mayor producción y superficie cultivada en España. En el año 2002, este cultivo ocupó una superficie de 70.000 ha y aportó una producción de 1.3 Mt (FAO, 2003). Para el cultivo del melocotonero, la gama de patrones disponibles es elevada, dado que varias especies, o incluso híbridos entre ellas, pueden utilizarse como patrones (Iglesias *et al.*, 2001). Debido al cultivo en suelos calizos y a la incidencia del problema de la clorosis férrica, los patrones híbridos inter específicos 'almendro x melocotonero' se encuentran entre los más utilizados en la actualidad con melocotonero. Esto es debido a su tolerancia a la clorosis férrica; a su adaptación a los suelos pobres, por su elevado vigor; y a su buen comportamiento injertados con variedades de melocotonero y nectarina (Cambra, 1990; Moreno y Cambra, 1994; Moreno *et al.*, 1994).

Por otra parte, las variedades de melocotonero se ven notablemente influidas por el patrón sobre el cual son injertadas. En efecto, muchos trabajos muestran esta influencia, tanto en aspectos productivos como fisiológicos. Entre los últimos, se observa la influencia del patrón sobre el contenido foliar de elementos minerales en diferentes especies frutales (Knowles *et al.*, 1984; Moreno *et al.*, 1990 y 1996;

Facteau *et al.*, 1996; Abadía *et al.*, 2000). Además, el diagnóstico nutricional del melocotonero, normalmente basado en el análisis mineral de hojas, resulta frecuentemente tardío (Sanz y Montañés, 1995a) para la aplicación de correcciones antes de la recolección de la cosecha (Sanz *et al.*, 1997 y 1998). Por otro lado, el diagnóstico foliar de la clorosis férrica es impreciso en muchos de los casos, debido al estrecho rango de variación de las concentraciones de hierro en hoja (Sanz y Montañés, 1995a; Betrán *et al.*, 1997).

Trabajos anteriores establecieron la posibilidad y la eficiencia de realizar un análisis mineral del contenido floral, como un método precoz de diagnóstico mineral en peral (Sanz *et al.*, 1994), en melocotonero (Sanz y Montañés, 1995b) y en cerezo (Jiménez *et al.*, 2004), o para realizar una prognosis de la clorosis férrica en estas especies (Sanz *et al.*, 1994; Betrán *et al.*, 1997).

En el presente trabajo se pretende evaluar la influencia de seis patrones híbridos almendro x melocotonero sobre una variedad de melocotonero y otra de nectarina, utilizando el análisis mineral floral y foliar. Además, se pretende evaluar el análisis mineral floral como método para el diagnóstico precoz de la clorosis en las variedades estudiadas.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo objeto de este estudio está ubicado en una finca de la Estación Experimental de Aula Dei (CSIC). El suelo de la parcela es carbonatado, con un 29-30% de carbonatos totales, y un 7,4-7,6% de caliza activa, el pH al agua es de 8,0 y la textura franco-arcillosa, todo ello en la profundidad de raíces.

Todos los patrones utilizados en este estudio son híbridos almendro x melocotonero (*Prunus amygdalo-persica*): Adafuel (Cambra, 1990) y Adarcias (Moreno y Cambra, 1994; Moreno *et al.*, 1994), seleccionados en la Estación Experimental de Aula Dei (CSIC); Garnem y Felinem (Felipe *et al.*, 1997), seleccionados en el Servicio de Investigación Agroalimentaria de la DGA; y Cadaman y GF 677, utilizados como referencia.

Los patrones se injertaron en vivero con la variedad de melocotonero 'Tebana' y la nectarina 'Queen Giant', en el verano de 1997. Los árboles se plantaron en la parcela del ensayo durante el invierno de 1998-1999.

El ensayo se estableció en una misma parcela. No obstante, las dos variedades, con sus correspondientes combinaciones patrón-variedad, se ubicaron de forma independiente, aunque lindando entre sí por una de las filas de árboles guarda. El diseño experimental de la plantación consistió en bloques al azar, con cinco repeticiones para cada combinación patrón-variedad. Los árboles guarda fueron incluidos en el ensayo

para prevenir el efecto bordura. Los datos recogidos fueron evaluados mediante análisis de varianza, usando el programa SPSS 10.0 (Norusis, 1999). Las separaciones de medias se realizaron mediante el test de Duncan ($P \leq 0,05$).

La determinación de la concentración de clorofila en hojas (Chl) se realizó a los 120 días después de la plena floración (DDPF), en julio de 2003, usando un medidor de SPAD (SPAD 502 meter, Minolta Co., Osaka, Japan). Las mediciones fueron efectuadas en la cuarta hoja apical de los brotes del año, en treinta hojas por árbol. La concentración de clorofila se calculó a partir de las medidas SPAD, utilizando las curvas de calibración de la concentración de clorofila de la especie.

Para determinar la concentración mineral foliar y floral, se tomaron muestras de flores en plena floración, a mediados del mes de marzo de 2003, y muestras de hojas, a los 120 DDPF (aproximadamente 1 y 2 semanas después de la cosecha para 'Tebana' y 'Queen Giant', respectivamente). Las hojas fueron tomadas de la parte media de los brotes, en cinco repeticiones o árboles por cada combinación patrón-variedad.

Los análisis han sido realizados de acuerdo con los métodos oficiales descritos por el Comité Inter-Institutos (C.I.I., 1969) y por el C.I.I. *et al.* (1975). El N total se determinó mediante el método Kjeldahl; el K por espectrometría de emisión atómica (Perkin-Elmer 1100); el P por espectrofotometría ultravioleta (Hewlett-Packard 8452 A); y los elementos Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Na y Zn por espectrometría de absorción atómica (Perkin-Elmer 1100).

2.1. DESVIACIÓN DEL ÓPTIMO PORCENTUAL

El índice DOP (Desviación del Óptimo Porcentual) se utilizó como diagnóstico del estado nutricional de los árboles (Montañés *et al.*, 1991). El índice DOP se calculó a partir de los análisis de hojas a los 120 DDPF, mediante la siguiente expresión matemática:

$$DOP = \frac{C \times 100}{C_{ref}} - 100$$

Donde C es la concentración foliar del elemento, en la muestra analizada, y C_{ref} es el valor óptimo de referencia para el mismo elemento. Los dos valores son dados en porcentaje sobre materia seca. El C_{ref} se tomó de los valores óptimos propuestos por Leece (1975), para los microelementos, y por Sanz (1999), para los macronutrientes. El ΣDOP se obtiene sumando los valores absolutos de los índices DOP para cada elemento. Cuanto mayor sea el ΣDOP , más grande será el desequilibrio nutricional respecto a la situación óptima entre los elementos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. MORTALIDAD DE ÁRBOLES

En el caso de la variedad 'Tebana' se observó una mayor mortalidad de árboles. Esto podría ser debido a la mayor proximidad de esta variedad al canal de riego y por ello a la entrada de agua en la parcela. Además, se observó una mayor incidencia de pérdida de árboles para algunos patrones. Así, todas las combinaciones de 'Tebana' con Felinem y Garnem se perdieron por mortalidad de sus árboles. Esto podría deberse a la mayor sensibilidad a la asfixia de raíz de estos patrones (Gómez Aparisi *et al.*, 2003) o a una mayor susceptibilidad a los distintos patógenos que afectan a la raíz, en condiciones de asfixia o encharcamiento del terreno. Además, en 'Tebana' se perdió un árbol sobre cada uno de los patrones Adafuel, Adarcias, Cadaman y GF 677. En 'Queen Giant' se perdieron dos árboles sobre Felinem.

3.2. CONCENTRACIÓN EN ELEMENTOS MINERALES

La influencia de los distintos patrones en la concentración mineral de hojas y flores fue estadísticamente significativa para las variedades 'Queen Giant' (Tabla I) y 'Tebana' (Tabla II), aunque en esta última las diferencias fueron menos evidentes. Los problemas comentados respecto a mortalidad de árboles, podrían condicionar la respuesta para las combinaciones con 'Tebana'.

3.3. CONCENTRACIÓN MINERAL EN FLORES

Las combinaciones de 'Queen Giant' presentaron diferencias significativas en las concentraciones de micronutrientes y macronutrientes en flores (Tabla I). La concentración de N fue más alta sobre Adarcias, Garnem y GF 677, que sobre Felinem, Adafuel y Cadaman. La concentración floral en P fue mayor sobre GF 677, menor en Cadaman e intermedia en Adafuel, Garnem, Felinem y Adarcias; a pesar de que estos últimos no difirieron significativamente de Cadaman. La concentración floral de K fue mayor sobre Cadaman y Adarcias y menor en Adafuel, pero sin diferir significativamente de Garnem, GF 677 y Felinem. La concentración de Ca fue significativamente más baja sobre Adarcias y Cadaman.

La concentración floral de Fe en 'Queen Giant' fue mayor cuando estaba injertada sobre Felinem, Garnem, Adafuel y GF 677, y significativamente más baja sobre Adarcias y Cadaman (Tabla I). El valor más alto de Mn en flor se observó sobre Adarcias y Garnem, y el menor sobre Adafuel, aunque este último no difirió signifi-

cativamente de Felinem, GF 677 y Cadaman. La concentración de Zn fue menor en Cadaman. La concentración de Na fue mayor sobre Felinem, aunque sin diferir significativamente respecto a Garnem, GF 677 y Adafuel.

En 'Tebana' sólo las concentraciones en flor de P, Mg y de Zn mostraron diferencias significativas entre patrones (Tabla II). El contenido floral en P fue más alto sobre Adafuel y GF 677, que sobre Adarcias y Cadaman. La concentración de Mg fue mayor sobre Cadaman y menor sobre Adafuel y GF 677, aunque no se diferenciaron significativamente de Adarcias.

Patrón	N		P		K		Ca		Mg	
	Flor	Hoja	Flor	Hoja	Flor	Hoja	Flor	Hoja	Flor	Hoja
Adafuel	2,56 a	2,10 bc	0,37 bc	0,17 c	1,85 a	1,79 ab	0,52 b	3,16 b	0,20 a	0,44 ab
Adarcias	2,80 b	1,87 a	0,36 ab	0,15 a	2,01 b	1,68 a	0,42 a	2,43 a	0,21 a	0,40 a
Cadaman	2,56 a	2,27 c	0,35 a	0,16 bc	2,04 b	2,03 ab	0,42 a	2,13 a	0,22 a	0,52 d
Felinem	2,57 a	2,03 ab	0,36 ab	0,15 ab	1,90 ab	2,17 b	0,55 b	3,75 c	0,20 a	0,51 cd
Garnem	2,76 b	1,93 ab	0,36 ab	0,15 a	1,94 ab	1,71 ab	0,50 b	3,35 bc	0,21 a	0,54 d
GF 677	2,71 b	2,26 c	0,38 c	0,17 c	1,91 ab	1,94 ab	0,52 b	3,22 b	0,20 a	0,46 bc

Patrón	Fe		Mn		Zn		Na		Cu	
	Flor	Hoja	Flor	Hoja	Flor	Hoja	Flor	Hoja	Flor	Hoja
Adafuel	269 b	123 a	27,8 a	40,6 a	51,6 b	45,2 a	0,034 abc	0,0049 a	366 a	6,4 ab
Adarcias	215 a	125 a	32,4 c	35,4 a	51,8 b	41,4 a	0,025 a	0,0056 a	354 a	5,6 a
Cadaman	200 a	123 a	29,0 ab	41,0 a	47,4 a	40,8 a	0,028 ab	0,0056 a	336 a	7,4 b
Felinem	292 b	121 a	31,0 ab	34,3 a	51,6 b	48,3 a	0,043 c	0,0066 a	373 a	7,0 ab
Garnem	275 b	126 a	31,7 c	34,6 a	52,0 b	47,4 a	0,037 bc	0,0055 a	364 a	6,2 ab
GF 677	267 b	133 a	29,8 ab	48,8 b	55,0 b	49,8 a	0,036 bc	0,0060 a	362 a	7,2 ab

Para cada columna las separaciones de medias se realizaron mediante el test Duncan ($P \leq 0,05$).

Tabla I. Influencia de los diferentes patrones en la concentración floral y foliar de elementos minerales en la variedad 'Queen Giant', a los 120 DDPF en el sexto año después del injerto. Los valores de N, P, K, Ca, Mg y Na se expresan en porcentaje sobre peso de materia seca y los de Fe, Mn, Zn y Cu, se expresan en $mg \cdot kg^{-1}$ sobre materia seca.

Se encontraron correlaciones significativas en 'Queen Giant' entre el vigor (datos no mostrados) y la concentración floral de Ca ($r=0,621$; $p \leq 0,01$), Na ($0,758$; $p \leq 0,01$) y Fe ($r=0,702$; $p \leq 0,01$). Además, se encontró una correlación positiva entre la productividad (datos no mostrados) y la concentración floral de K ($r=0,543$; $p \leq 0,01$) y una correlación negativa con la concentración de Ca ($r=-0,525$; $p \leq 0,05$). Esto puede indicar la dependencia que tiene la producción respecto a la nutrición mineral floral de K y Ca.

COMPORTAMIENTO DE DIFERENTES PATRONES CON VARIEDADES DE MELOCOTONERO

Patrón	N		P		K		Ca		Mg	
	Flor	Hoja	Flor	Hoja	Flor	Hoja	Flor	Hoja	Flor	Hoja
Adafuel	2,8 a	2,25 b	0,43 b	0,17 ab	1,83 a	2,04 a	0,4 a	2,23 a	0,18 a	0,49 b
Adarcias	2,8 a	2,04 ab	0,41 a	0,18 b	1,93 a	1,91 a	0,4 a	2,42 a	0,19 ab	0,42 ab
Cadaman	2,7 a	2,32 b	0,41 a	0,19 b	1,83 a	1,72 a	0,4 a	2,18 a	0,20 b	0,40 a
GF 677	2,8 a	1,78 a	0,43 b	0,15 a	1,78 a	1,69 a	0,4 a	2,23 a	0,18 a	0,38 a

Patrón	Fe		Mn		Zn		Na		Cu	
	Flor	Hoja	Flor	Hoja	Flor	Hoja	Flor	Hoja	Flor	Hoja
Adafuel	183 a	123 a	26,7 a	38,5 a	53 b	45,0 a	0,018 a	0,0063 a	327 a	7,2 a
Adarcias	209 a	129 a	29,7 a	39,0 a	52 ab	35,7 a	0,018 a	0,0061 a	273 a	9,7 a
Cadaman	185 a	118 a	28,5 a	36,6 a	43 a	26,3 a	0,018 a	0,0059 a	285 a	8,0 a
GF 677	173 a	121 a	28,4 a	32,7 a	50 ab	40,7 a	0,016 a	0,0049 a	282 a	7,7 a

Para cada columna las separaciones de medias se realizaron mediante el test Duncan ($P \leq 0,05$).

Tabla II. Influencia de los diferentes patrones en la concentración floral y foliar de elementos minerales en la variedad 'Tebana', a los 120 DDPF en el sexto año después del injerto. Los valores de N, P, K, Ca, Mg y Na se expresan en porcentaje sobre peso de materia seca y los de Fe, Mn, Zn y Cu, se expresan en mg.kg⁻¹ sobre materia seca.

En 'Tebana', se encontró una correlación positiva entre la producción acumulada y la concentración floral de Mg ($r=0,561$; $p \leq 0,05$). Resultados similares fueron señalados por Sanz y Montañés (1993). Por el contrario, se encontró una correlación negativa entre la productividad y la concentración floral de P ($r=-0,575$; $p \leq 0,05$). También se observó una correlación negativa entre la producción y la concentración foliar de P en café (Herminia *et al.*, 2003).

3.4. CONCENTRACIÓN MINERAL EN HOJAS

Los niveles de nutrientes en hojas de la variedad 'Queen Giant' se vieron influidos por el patrón sobre el cual estaba injertada (Tabla I). La concentración de N en hoja fue mayor en GF 677 y Cadaman, aunque sin diferir significativamente de Adafuel. La concentración de N fue menor sobre Adarcias, aunque sin diferir de Felinem y Garnem. La concentración en P fue mayor sobre Adafuel y GF 677, intermedia sobre Cadaman y Felinem y menor sobre Adarcias y Garnem. La concentración más baja de K se encontró en Adarcias y la más alta en Felinem, aunque las diferencias no fueron significativas comparados con los restantes patrones. La concentración de Ca fue mayor sobre Felinem pero no significativamente diferente de Garnem, intermedia en GF 677 y Adafuel y menor sobre Adarcias y Cadaman. La ten-

dencia a una menor concentración foliar de Ca sobre Adarcias fue también observada por Albás (2002). La concentración de Mg fue mayor sobre Garnem y Cadaman, aunque sin diferir estadísticamente de Felinem. La concentración más baja de Mg correspondió a Adarcias, pero sin diferencias significativas con Adafuel.

Al contrario que en el caso del análisis de flores, no se observaron diferencias significativas entre patrones en las concentraciones foliares de Fe, Zn y Na, en la variedad 'Queen Giant', posiblemente debido al menor rango de variación para los valores foliares obtenidos. La concentración de Cu fue mayor sobre Cadaman y menor sobre Adarcias, aunque las diferencias no fueron significativas con los restantes patrones. El nivel de Mn fue mayor en GF 677 que en los otros patrones.

En 'Tebana', la influencia de los patrones se observó sobre las concentraciones foliares de N, P y Mg (Tabla II). Esta variedad mostró la mayor concentración de N sobre Cadaman y Adafuel y la menor sobre GF 677. Adarcias no difirió de los tres patrones. El nivel de P fue mayor en Cadaman y Adarcias, y menor en GF 677. Adafuel no difirió de los tres patrones. La concentración mayor de Mg se observó sobre Adafuel y la menor sobre Cadaman y GF 677.

Con la variedad 'Queen Giant', se observó una correlación significativa entre la productividad y la concentración foliar de Ca ($r=-0,528$; $p\leq 0,01$).

3.5. DOP

Con la finalidad de establecer un diagnóstico nutricional, se determinó el índice DOP a partir de la concentración de los elementos minerales de las hojas. Este índice proporciona resultados similares a los del diagnóstico y sistema integrado de recomendación (DRIS) (Sanz, 1999).

Las concentraciones foliares de N y Mg fueron ligeramente inferiores a los valores considerados como óptimos (Montañés *et al.*, 1991) en todos los patrones y para las dos variedades estudiadas. Resultados parecidos para el N han sido obtenidos en melocotonero (Albás, 2002) y en cerezo (Moreno *et al.*, 2001; Jiménez *et al.*, 2004), en similares condiciones de cultivo. También los valores de K en hoja mostraron valores ligeramente inferiores al adecuado (Montañés *et al.*, 1991). Esto podría deberse a los bajos niveles de K disponible en el suelo (datos no mostrados) y/o a problemas de absorción de este elemento en suelos arcillosos. Respecto al Mn, algunos patrones (Adafuel, Adarcias y Felinem) parecen inducir una concentración foliar ligeramente inferior a la adecuada para la variedad 'Queen Giant'. Igualmente, en 'Tebana', el valor de Mn fue inferior al óptimo sobre todos los patrones, con la excepción de GF 677. En otros estudios de cerezo, también se observaron valores deficientes de Mn sobre algunos de los patrones utilizados en suelos calizos (Moreno *et*

al., 2001; Jiménez *et al.*, 2004). La insolubilización de este elemento en suelos calizos podría explicar las bajas concentraciones foliares para algunos de los patrones evaluados.

Por el contrario, en ambas variedades, se encontró un exceso de P y Ca en todos los patrones. Un valor excesivo de P también ha sido señalado en otros trabajos con cerezo (Moreno *et al.*, 2001; Jiménez *et al.*, 2004) y podría atribuirse a una fertilización abundante para este elemento en las condiciones de cultivo consideradas. En el caso del Ca, esta tendencia se ha observado también con patrones híbridos almendro x melocotonero y ciruelos para melocotonero (Albás, 2002), así como también con algunos patrones para cerezo (Moreno *et al.*, 1996 y 2001; Jiménez *et al.*, 2004). En 'Queen Giant', la concentración foliar de Zn fue óptima sobre Felinem y superior al óptimo en el resto de patrones. En el caso de 'Tebana', la concentración de Zn fue superior al óptimo únicamente sobre GF 677. Estos valores altos de Zn podrían ser debidos a la aplicación de un fungicida compuesto con un porcentaje mayoritario en Zn, un mes antes de la recogida de las hojas.

En el caso del hierro, todos los patrones mostraron una concentración foliar considerada como óptima por Leece (1975) y Montañés *et al.* (1991). Igualmente, las concentraciones foliares de Na y Cu fueron adecuadas (Montañés *et al.*, 1991) en todos los patrones y para las dos variedades estudiadas.

Considerando el índice Σ DOP para la variedad 'Queen Giant', el patrón Felinem mostró un mayor desequilibrio nutricional comparado con Adarcias, Cadaman, Garnem y GF 677. El patrón Adafuel no difirió significativamente de todos los patrones estudiados.

En el caso de la variedad 'Tebana', no se observaron diferencias significativas entre patrones para el índice Σ DOP.

3.6. COMPARACIÓN ENTRE EL ANÁLISIS FLORAL, EL ANÁLISIS FOLIAR Y LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA EN HOJAS

En 'Queen Giant', la concentración floral de Fe estuvo positivamente correlacionada con la concentración en hojas ($r=0,376$; $p\leq 0,05$). Resultados similares han sido publicados por otros investigadores para melocotonero (Sanz y Montañés, 1995a; Sanz *et al.*, 1997). También se encontró una correlación positiva entre la concentración de P en hojas y flores ($r=0,331$; $p\leq 0,05$).

Se observó también una correlación, para la variedad 'Queen Giant', entre la productividad y la concentración de Ca, tanto en hojas ($r=-0,528$; $p\leq 0,01$) como en flores ($r=0,525$; $p\leq 0,05$), aunque de distinto signo.

En 'Tebana', sólo la concentración floral de Zn estuvo relacionada con la concentración en hojas ($r=0,587$; $p\leq 0,05$).



Al comparar las concentraciones de los elementos minerales en flores, para las dos variedades estudiadas, únicamente los valores florales de P, Ca, Mg y Mn parecen inferiores a los obtenidos en hojas. Resultados similares han sido obtenidos en melocotonero (Sanz y Montañés, 1995b), peral (Sanz y Montañés, 1995a), cerezo (Betrán *et al.*, 2001; Jiménez *et al.*, 2004) y café (Herminia *et al.*, 2003). Sin embargo, el rango de variación de la concentración de Fe y Na fue más amplio en las flores que en las hojas. Además, el análisis floral destacó diferencias significativas entre patrones, a diferencia del análisis foliar que no las detectó. También se refiere un mayor rango de variación para estos elementos en peral (Sanz *et al.*, 1994), melocotonero (Sanz y Montañés, 1995a) y cerezo (Betrán *et al.*, 1997).

La concentración de clorofila en hojas se correlacionó positivamente con la concentración foliar de K, Mn, Zn y Na. La concentración floral de Fe en 'Queen Giant' estuvo correlacionada con la de clorofila en hojas ($r=0,416$; $p\leq 0,05$), como también se menciona en melocotonero por Sanz *et al.* (1997).

En 'Queen Giant', la concentración de clorofila se correlacionó positivamente con la concentración de Na, tanto a nivel floral ($r=0,407$; $p\leq 0,05$) como foliar ($r=0,382$; $p\leq 0,05$).

Por otro lado, en la misma variedad, la concentración de clorofila en hojas se vio positivamente correlacionada con las concentraciones de K ($r=0,415$; $p\leq 0,05$), Zn ($r=0,531$; $p\leq 0,01$) y Na ($r=0,382$; $p\leq 0,05$). También con la variedad 'Tebana', se observó una correlación significativa entre la concentración de clorofila y la concentración foliar de K ($r=0,692$; $p\leq 0,05$), así como con Mn ($r=0,727$; $p\leq 0,01$). La importancia del Mn en la fotosíntesis y del K en el desarrollo vegetativo del árbol podría explicar estos resultados, como también se menciona en otros trabajos con cerezo (Jiménez *et al.*, 2004).

4. CONCLUSIONES

1. En las condiciones del ensayo, la absorción de los elementos minerales se ve influida por el patrón sobre el cual está injertada la variedad. Además, se observa la influencia de la variedad y la combinación patrón-variedad en las concentraciones minerales en hojas y flores.

2. La variedad de nectarina 'Queen Giant' presentó diferencias más evidentes en la nutrición mineral entre patrones que la variedad de melocotonero 'Tebana'. Con 'Queen Giant', el patrón Felinem mostró un mayor desequilibrio nutricional comparado con Adarcias, Cadaman, Garnem y GF 677.

3. En 'Queen Giant', la correlación entre la concentración de Fe en flores y hojas, y entre la concentración de Fe en flores y de clorofila en hoja, confirma el interés del análisis floral para detectar y corregir de forma temprana una posible deficiencia de Fe.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (proyecto AGL 2002-4219-C02-01) y por la Diputación General de Aragón (Proyecto A28). Los autores agradecen a los compañeros del Dpto. de Pomología J. Pérez y J. Aparicio, por su ayuda en el manejo del material vegetal; así como a J.M. Martínez, del Laboratorio Agroambiental de la DGA, por su colaboración en los análisis de elementos minerales. O. Zarrowk ha disfrutado de una beca predoctoral de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI).

BIBLIOGRAFÍA

- ABADÍA, J.; TAGLIAVINI, M.; GRASA, R.; BELKHODJA, R.; ABADÍA, A.; SANZ, M.; ARAUJO, E.; TSIPOURIDIS, C.; MARANGONI, B. (2000). "Using the flower Fe concentration for estimating chlorosis status in fruit tree orchards: a summary report". *J. Plant Nutr.* 23: 2023-2033.
- ALBÁS, E. (2002). *Influencia de la Calidad del Fruto de Nuevas Selecciones de Patrones para Melocotonero*. Proyecto de Fin de Carrera. Universidad de Lleida, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria.
- BETRÁN, J.A.; VAL, J.; MONTAÑÉS, L.; MONGE, E.; MORENO, M.A. (1997). "Influence of rootstock on the mineral concentrations of flowers and leaves from sweet cherry". *Acta Hort.* 448: 163-167.
- CAMBRA, R. (1990). "«Adafuel» an Almond x Peach hybrid Rootstock". *HortScience* 25 (5): 584.
- C.I.I. COMITÉ INTER-INSTITUTES; PINTA, M.; DEWAELE, G. (1975). "Étalons végétaux pour l'analyse foliaire". In P. Kozma; *Le contrôle de l'alimentation des plantes cultivées*. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 159-172.
- C.I.I. COMITÉ INTER-INSTITUTOS PARA EL ESTUDIO DE TÉCNICAS ANALÍTICAS. (1969). "Métodos de referencia para la determinación de elementos minerales en vegetales". *Anales de Edafología y Agrobiología* 38: 403-417.
- FACTEAU, T.J.; CHESNUT, N.E.; ROWE, K.E. (1996). "Tree fruit size and yield of 'Bing' sweet cherry as influenced by rootstock, replant area, and training system". *Sci. Hortic.* 67: 13-26.
- FAO. (2003). www.fao.org
- FELIPE, A.J.; GÓMEZ-APARISI, J.; SOCÍAS I COMPANY, R; CARRERA, M. (1997). "The Almond x Peach Hybrid Rootstocks Breeding Program at Zaragoza (Spain)". *Acta Hort.* 451: 259-262.

- GÓMEZ APARISI, J.; XILOYANNIS, C.; DICHIO, B.; CELANO, G.; RUBIO-CABETAS, M.J.; SOCÍAS I COMPANY, R.; CARRERA, M.; SALESSES, G.; ESMENJAUD, D. (2003). "Caracterización y Selección de Patrones de *Prunus* Adaptados a Condiciones de Cultivo Mediterráneas". *Actas de Horticultura* 39: 276-278.
- HERMINIA, E.; MARTINEZ, P.; SOUZA, RONESSA B.; ABADÍA, J.; ALVAREZ VENEGAS, V.H.; SANZ, M. (2003). "Coffee-Tree Floral Analysis as a mean of Nutritional Diagnosis". *J. Plant Nutr.* 26: 1467-1482.
- IGLESIAS, I.; DALMAU, R.; MONSERRAT, R.; CARBÓ, J.; BONANY, J.; GUANTER, G. (2001). "Comportamiento Agronómico de 23 patrones de melocotonero con la variedad 'Elegant Lady' (Meridame) en Lleida y Girona". *Actas de Horticultura* 29: 787-795.
- JIMÉNEZ, S.; GARÍN, A.; GOGORCENA, Y.; BETRÁN, J.A.; MORENO, M.A. (2004). "Flower and Foliar Analysis for Prognosis of Sweet Cherry Nutrition. Influence of Different Rootstocks". *J. Plant Nutr.* (En prensa).
- KNOWLES, J.W.; DOZIER, W.A.; EVANS, C.E. Jr.; CARLTON, C.C.; MCGUIRE, J.M. (1984). "Peach Rootstock Influence on Foliar and Dormant Stem Nutrient Content". *J. Amer. Hort. Sci.* 109: 440-444.
- LEECE, D. (1975). "Diagnostic leaf analysis for stone fruits. 5. Sweet Cherry". *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 15: 118-122.
- MONTAÑÉS, L.; HERAS, L.; SANZ, M. (1991). "Desviación del Óptimo Porcentual (DOP): Nuevo índice para la interpretación del análisis vegetal". *An. Aula Dei* 20: 93-107.
- MORENO, M.A.; ADRADA, R.; APARICIO, J.; BETRÁN, J.A. (2001). "Performance of 'Sunburst' sweet cherry grafted on different rootstocks". *J. Hort. Sci. Biotech.* 76: 167-173.
- MORENO, M.A.; CAMBRA, R. (1994). "Adarcias: An Almond x Peach Hybrid Rootstock". *HortScience* 29 (8): 925.
- MORENO, M.A.; MONTAÑÉS, L.; SANZ, M.; TABUENCA, M.C. (1990). *Comportamiento y Estado Nutricional de la Variedad de Melocotonero Vesuvio sobre diversos Patrones*. En III Symposium Nacional sobre Nutrición Mineral de las Plantas: 137-142.
- MORENO, M.A.; MONTAÑÉS, L.; TABUENCA, M.C.; CAMBRA, R. (1996). "The performance of Adara as a cherry rootstock". *Sci. Hortic.* 65: 58-91.
- MORENO, M.A.; TABUENCA, M.C.; CAMBRA, R. (1994). "Performance of Adafuel and Adarcias as Peach Rootstocks". *HortScience* 29 (11): 1271-1273.
- NORUSIS, M.S.J. (1999). *Statistical package for the social sciences/PC+ for the IBM PC/XT/AT.SPSS Inc.* Chicago IL.

- SANZ, M. (1999). "Evaluation of Interpretation of DRIS System During Growing Season of the Peach Tree: Comparison with DOP Method". *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 30: 1025-1036.
- SANZ, M.; CARRERA, M.; MONTAÑÉS, L. (1994). "The possibility of using floral analysis to diagnose the nutritional status of pear trees". *Acta Hortic.* 367: 290-295.
- SANZ, M.; MONTAÑÉS, L. (1993). "Diagnóstico Foliar Continuo en Melocotonero. Valores de Referencia". *ITEA* 98: 79-98.
- SANZ, M.; MONTAÑÉS, L. (1995a). "Floral analysis: A novel approach for the prognosis of iron deficiency in pear (*Pyrus communis*, L.) and peach (*Prunus persica* L. Batch)". En: *Iron nutrition in Soil and Plants*. Abadía, J.; ed.; Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. The Netherlands: 371-374.
- SANZ, M.; MONTAÑÉS, L. (1995b). "Flower analysis as a new approach to diagnosing the nutritional status of the peach tree". *J. Plant Nutr.* 18: 1667-1675.
- SANZ, M.; PASCUAL, J.; MACHÍN, J. (1997). "Prognosis and correction of iron chlorosis in peach trees: Influence on fruit quality". *J. Plant Nutr.* 20: 1567-1572.
- SANZ, M.; PASCUAL, J.; MACHÍN, J. (1998). "Análisis floral de hierro para la predicción de clorosis férrica en manzano". *ITEA* 94: 158-164.