ITEA (2004), Vol. **100V N.° 1,** 5-17

ABSORCIÓN DE MACROELEMENTOS POR EL MELOCOTONERO

L. Rincón, J. García-Brunton, J. Sáez

Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA). Estación Sericícola. Calle Mayor s/n. 30150 La Alberca (Murcia), España
luisf.rincon@carm.es

RESUMEN

En parcelas comerciales de cultivo se ha estudiado la acumulación anual de nutrientes del melocotonero (*Prunus persica* (L.) Bach) cv "Caterina", injertado sobre los patrones GF677 y Ciruelo Pollizo. En cada parcela, la biomasa total desechada se fraccionó en hojas, frutos y madera de poda. Dichas fracciones se secaron y se determinaron la materia seca, la concentración de nutrientes en cada fracción y la acumulación de nutrientes. Al final del ciclo anual de cultivo, la materia seca total desechada en los árboles injertados sobre híbrido GF677 fue de 14,1 t/ha, distribuida en las siguientes proporciones: hojas 22,6%, frutos 50,2% y madera de poda 27,2%, obteniéndose un índice de área foliar de 2,9. En árboles injertados sobre ciruelo pollizo la biomasa seca total desechada fue de 10,0 t/ha, contribuyendo las hojas con el 23,8%, los frutos con el 55,0% y la madera de poda con el 21,2%, consiguiéndose un índice de área foliar de 2,6. La concentración mineral en planta fue superior en hoja para el nitrógeno, potasio, calcio y magnesio y en fruto para el fósforo, encontrándose el menor contenido de nutrientes en la madera de poda. Las cantidades totales de macronutrientes acumulados en los árboles injertados sobre híbrido GF677 en kg/ha fueron: 166,1 de N; 17,5 de P; 183,8 de K; 169,8 de Ca y 32,8 de Mg. En árboles injertados sobre ciruelo pollizo las cantidades totales de macronutrientes acumuladas fueron en kg/ha: 110,3 de N; 13,8 de P; 154,3 de K; 131,7 de Ca y 24,5 de Mg. En ambos patrones la mayor parte del N, P y K se acumularon en los frutos y la mayor cantidad de Ca y Mg en las hojas.

Palabras clave: *Prunus persica*, nutrientes, concentración, acumulación, riego por goteo, ciruelo pollizo, GF 677.

SUMMARY
NUTRIENTS ABSORPTION IN PEACH

Annual accumulation of nutrients in peach tree (*Prunus persica* (L.) Bach) cv "Caterina" grafted onto hybrid GF 677 and "pollizo" plum tree in a commercial plot were studied. The total biomass dropped were divided in leaves, fruits and pruning wood being all of them dried. The total dry matter, the nutrient concentration and the nutrient stored were determined. At the end of the growing cycle the total dry matter dropped in trees grafted onto GF677 was 14.1 t/ha divided in leaves 22.6%, fruits 50.2% and pruning wood 27.2% being the leaf area index 2.9%. The total dry matter dropped in trees grafted onto "pollizo" plum was 10 t/ha, in which the leaves contributed with 23.8%, the fruits 55% and the pruning wood 21.2%. In this case the leaf area index was 2.6%. The nutrient concentration in plant was higher in leaves for nitrogen, potassium, calcium and magnesium however, in fruits was phosphorous. The total amount of macronutrient sto-

red in trees grafted on to GF677 were in kg/ha: N 166.3, P 17.5, K 183.8, Ca 169.8 and Mg 32.8. In trees grafted on to plum "pollizo" were in Kg/ha: N 110.3, P 13.8, K 154.3, Ca 131.7 and Mg 24.5. In both rootstocks the highest amount of N, P and K weere accumulated in fruits Ca and Mg were accumulated in leaves.

Key words: *Prunus persica*, nutrients, concentration, accumulation, trickle irrigation, ciruelo pollizo, GF 677.

Introducción

La base fundamental para realizar una fertilización racional en el cultivo de árboles frutales, es conocer la absorción de nutrientes durante el ciclo anual de cultivo y la cinética de la absorción. En cultivos frutales, la absorción anual de nutrientes se puede considerar como la acumulación de nutrientes en la biomasa desechada de los árboles (hojas, frutos y madera de poda).

Es suficientemente conocido que la fertirrigación en riego por goteo mejora la productividad de los frutales y la eficiencia del agua y de los nutrientes (ALWAY, 1993; BUSSI *et al.*, 1991; HUGUET, 1981). La fertirrigación exige para su programación óptima conocer la extracción de nutrientes y cinética de absorción, al efecto de ajustar las aportaciones a la demanda del cultivo (BAR-YOSEF, 1986).

La mayoría de los estudios realizados sobre la nutrición en diferentes especies frutales, han tratado de evaluar la influencia del nitrógeno (ALMELIOTIS *et al.*, 1997; HUGUET y GIRAUDON, 1977; LALATTA, 1987; SMITH *et al.*, 1979; STAESSEN *et al.*, 1985) y del potasio (NIEDERHOLZER *et al.*, 1991; URIU *et al.*, 1980) en el crecimiento y productividad de los árboles. Otra serie de estudios han evaluado el efecto del equilibrio mineral de la fertilización sobre el contenido y evolución de nutrientes en planta (CASERO y CARPENA, 1987; MANDRIN y SOING, 1993a; MONTAÑÉS *et al.*, 1990a,b) y la influencia del patrón en el estado nutricional del melocotonero (ALVINO *et al.*, 1989)

Sin embargo, la información disponible en la literatura sobre el consumo de nutrientes por el melocotón es poco numerosa, destacando los trabajos realizados por LIWERANT (1953) y HUGUET (1978) que determinaron la acumulación total de macronutrientes en los órganos vegetativos aéreos del árbol. En el mismo sentido, SOING y MANDRIN (1993a,b) determinaron en melocotoneros cultivados en contenedores e hidroponía, las cantidades totales de agua, nitrógeno y potasio absorbidas, así como su cinética de absorción. GRASA *et al.*, (1998) estudió el contenido mineral en hoja en fecha próxima a la abscisión y pérdidas de nutrientes en frutos y en la madera de poda de mantenimiento de los árboles.

El objetivo de la presente experiencia ha sido evaluar la cantidad de macronutrientes absorbidos por el melocotón "Caterina" injertado sobre patrones de ciruelo pollizo y GF 677 respectivamente.

Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló durante el año 2000 en la comarca de Cieza, zona productora más importante de la Región de Mur-

cia, en la que se seleccionaron ocho fincas con plantaciones de melocotonero (*Prunus persica* (L.) Bach) cv "Caterina", cuatro de ellas injertadas sobre híbrido melocotonero-almendro GF677 y las otras cuatro sobre Ciruelo Pollizo (CP) de Murcia. Todas las plantaciones formadas en vaso italiano de pisos tenían una edad comprendida entre 8 y 9 años.

El riego de las fincas desde su plantación fue de goteo con fertirrigación, realizándose las prácticas de cultivo de acuerdo con las directrices de cada propietario.

El diseño estadístico establecido fue de bloques al azar con cuatro repeticiones, seleccionándose en cada finca y patrón 4 árboles por repetición, sobre los que se realizaron los muestreos de material vegetal.

En cada finca se recabaron datos de la densidad de plantación (D), volumen de copa en m^3 (Vc), agua total aportada durante la campaña de riego en m^3/ha (Qt), producción total de los árboles en t/ha (Pt) y cantidad de N, P_2O_5, y K_2O aportados en kg/ha (F). D se obtuvo a partir del marco de plantación de cada finca, Vc se evaluó multiplicando la altura por la anchura por la profundidad de la copa del árbol, Pt mediante la suma de las tres recolecciones parciales sucesivas realizadas y Qt y F fueron facilitadas por los propietarios de las fincas.

La biomasa total desechada se fraccionó en hojas (H), frutos (Fr) y madera de poda (Mp), determinándose los siguientes parámetros:

- MSH ($kg.ha^{-1}$) = Materia seca total de hojas más pecíolos.
- MSFr ($kg.ha^{-1}$) = Materia seca de frutos.
- MSMp ($kg.ha^{-1}$) = Materia seca de la madera de poda.
- MST ($kg.ha^{-1}$) = Materia seca total = MSH + MSMp + MSFr.
- AFE (cm^2 de hoja verde.g^{-1} de materia seca de hoja) = Área foliar específica.
- SFt ($m^2.ha^{-1}$) = Superficie foliar total calculada = AFE x MSH
- IAF (adimensional) = Índice de área foliar = SFt ($m^2.ha^{-1}$)/10^4 $m^2.ha^{-1}$

El número y peso total de hojas de los árboles se obtuvo envolviendo totalmente la copa de los árboles con una malla de 1 cm^2 de luz desde el 15 de octubre (inicio de la caída natural) hasta el 15 de diciembre (final de la caída). Cada 10 días se pesó la biomasa fresca total y se tomó una alícuota de 200 hojas en la que se relacionaron el peso fresco con el peso seco (conseguido desecando las hojas a 65° C en estufa de aire forzado hasta peso constante). La materia seca total de cada recolección se obtuvo multiplicando la biomasa verde por la relación entre el peso seco y peso fresco de las hojas. La materia seca total de hojas (H) al final del ciclo de cultivo se evaluó sumando la materia seca de todas las recolecciones.

En el inicio de la caída de hojas (15 de octubre), se tomaron en cada parcela y repetición alícuotas de 250 hojas para determinar la superficie total de hoja (SFT) y el área foliar específica (AFE). La SFt de hoja de cada árbol se obtuvo multiplicando el AFE por el peso seco total de hojas. El IAF se obtuvo dividiendo la SFt de cada árbol por la superficie de suelo que le corresponde según el marco de plantación. El área foliar, anchura y longitud de las 250 hojas se evaluaron en un medidor de área foliar ADC AM100, desecándose posteriormente en estufa de aire forzado a 65° C hasta peso constante. El AFE se calculó relacionando la superficie total de las 250 hojas con su peso seco, expresándose en cm^2 de lámina verde por gramo de materia seca. La anchura y longitud de la hoja se utilizaron para esta-

blecer la relación entre el área foliar calculada y la medida (anchura x longitud).

Otra alícuota específica (media de todos los muestreos) de cada fracción vegetal se lavó y desecó en estufa de aire forzado a 65° C hasta peso constante, pesándose y preparándose para el análisis mineral. En la madera de poda se analizó separadamente la madera del año de la madera de dos o más años, expresándose los resultados en un solo dato como de madera de poda. En cada fracción vegetal se determinaron nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg). La extracción de los elementos minerales constituyentes del material vegetal se realizó por vía seca. El N se determinó mediante el método Dumas (AOAC, 1990); el P mediante desarrollo de color con el vanado-molibdato amónico y medida espectrofotométrica en el visible; los elementos K, Ca, y Mg por espectrofotometría de absorción atómica, medida directa sobre el extracto diluido (MARTÍN PREVEL *et al.*, 1984).

La cantidad de nutrientes acumulados en la biomasa desechada se obtuvo multiplicando la biomasa de cada fracción vegetal por la concentración de cada nutriente en la materia seca de cada fracción.

Resultados y discusión

Características de las plantaciones muestreadas

Las fincas muestreadas se encuentran situadas en la comarca de Cieza (Murcia) entre las coordenadas 38° 10' 06"- 38° 20' 06" y ubicadas a una altitud de 375 ± 50 m. Los suelos son de textura franco arcillosa con pH superiores a 8 y contenidos muy altos de carbonatos totales (> 35%), clasificados como *regosoles margálicos* (MAPA, 1986). La densidad de plantación, dimensiones y producción de los árboles así como cantidades de agua y fertilizantes aportados al cultivo de cada finca se resumen en el cuadro 1. Los valores reflejados presentan diferencias amplias en las condiciones de cultivo entre las fincas comerciales seleccionadas, necesarias al efecto de obtener valores medios representativos en los resultados.

Biomasa desechada e índice de área foliar

En las parcelas muestreadas, la MST desechada presentó valores significativamente distintos, variando entre 7,4 t/ha y 14,5 t/ha (cuadro 2), diferencias debidas principalmente al vigor de los árboles y en menor grado a las condiciones de cultivo (poda, abonado y riego). Entre patrones (cuadro 3), la biomasa total desechada en los árboles injertados con GF677 fue de 14,1 t/ha, contribuyendo las hojas con el 22,6%, los frutos con el 50,2% y la madera de poda con el 27,2%. En las parcelas injertadas sobre CP la biomasa total desechada descendió significativamente hasta las 10,0 t/ha, donde las hojas contribuyeron con el 23,8%, los frutos con el 55,0% y la madera de poda con el 21,2%.

El IAF presentó una elevada variabilidad en las parcelas muestreadas (cuadro 4), produciéndose diferencias significativas entre parcelas de árboles injertados con el mismo patrón y distintos patrones. El IAF alcanzado en árboles injertados con GF677 fue de 2,9 (m^2/m^2) y de 2,6 (m^2/m^2) en los injertados con CP, valores bajos si los comparamos con los alcanzados en cultivos hortícolas, que oscilan entre 5 y 8 según especie (RINCÓN *et al.*, 1995; 1997; 2002). Para la evaluación de la superficie foliar del melocotonero, se obtuvo un buen ajuste entre la superficie de hoja medida y la calculada (figura 1).

Cuadro 1. Datos de cultivo de las fincas comerciales muestreadas
Table 1. Growing parameters of comercial orchards

	Datos de cultivo						
	D[1]	Vc[2]	Pt[3]	Qt[4]	F[5] (kg/ha)		
Finca, patrón	árboles/ha	(m^3)	t/ha	m^3/ha	N	P_2O_5	K_2O
Jumilla GF677	526	64	41,1	6.509	139,0	82,0	171,0
Monea GF677	625	53	43,3	8.836	148,2	83,2	210,9
OCA GF677	400	72	51,5	5.770	105,5	27,8	148,4
Yechar GF677	500	65	42,5	5.563	139,2	68,2	215,2
Blanca CP	800	21	32,3	5.120	132,2	63,4	123,3
Malas CP	833	24	43,0	8.160	140,5	215,0	197,4
Monea CP	625	32	34,7	8.836	148,2	83,2	210,9
Yechar CP	571	18	22,9	7.106	122,1	76,2	212,2

(1) densidad de plantación.
(2) volumen de copa.
(3) producción total.
(4) volumen de agua aportada.
(5) cantidades de nutrientes aportados.

Cuadro 2. Producción total de materia seca (MST) y distribución en hojas (H), frutos (Fr) y madera de poda (Mp) según manejo de la fertirrigación
Total dry weight (TDW) and porcentageof total contributed by leaves, fruits and prunning wood in comercial orchards

	MST	Distribución del total de la MST en%		
Finca	(t/ha)	H	Fr	Mp
Jumilla GF677	13,6 ± 0,3	26,0 ± 0,6	43,8 ± 1,3	30,2 ± 0,7
Monea GF677	14,5 ± 0,4	19,2 ± 0,6	54,6 ± 1,4	26,3 ± 0,8
OCA GF677	14,0 ± 0,5	20,7 ± 0,7	56,8 ± 1,5	22,5 ± 0,8
Yechar GF677	14,3 ± 0,5	24,4 ± 0,8	45,8 ± 1,9	29,8 ± 1,0
Blanca CP	10,0 ± 0,2	25,7 ± 0,6	50,2 ± 1,1	24,0 ± 0,5
Malas CP	11,5 ± 0,7	20,7 ± 1,3	59,2 ± 2,6	20,1 ± 1,3
Monea CP	11,1 ± 0,5	23,6 ± 0,9	56,3 ± 1,7	20,1 ± 0,8
Yechar CP	7,4 ± 0,4	25,4 ± 1,4	54,1 ± 2,5	20,5 ± 1,1
$LSD_{0.05}$	1,5	2,8	3,6	2,4

Cuadro 3. Producción total media de materia seca (MST) del melocotonero y distribución en hojas (H), frutos (Fr) y madera de poda (M) según patrón

Table 3. Total dry weight (TDW) and porcentaje of total contributed by leaves, fruits and prunning wood on peach with different roostocks

	MST	Distribución del total de la MST en%		
Patrón	t/ha	H	Fr	M
GF677	14,1 ± 0,4	22,6 ± 2,8	50,2 ± 5,8	27,2 ± 3,2
CP	10,0 ± 0,3	23,8 ± 2,3	55,0 ± 3,9	21,2 ± 1,9
$LSD_{0.05}$	2,2	4,8	9,1	5,02

Cuadro 4. Superficie foliar total (SFT) por árbol e índice de área foliar (IAF) del melocotonero según manejo de la fertirrigación

Table 4. Total leaf area (SFT) and leaf area index (LAI) of peach in comercial orchards

Finca	SFT (m^2)	Finca	IAF (m^2/m^2)
Jumilla GF677	73,6 ± 5,6	Jumilla GF	3,9 ± 0,3
Monea GF677	46,9 ± 4,7	Monea GF	2,9 ± 0,2
OCA GF677	64,8 ± 3,1	OCA GF	2,6 ± 0,1
Yechar GF677	65,8 ± 5,2	Yechar GF	3,3 ± 0,3
Blanca CP	39,2 ± 4,1	Blanca Po	3,0 ± 0,4
Malas CP	25,7 ± 1,8	Malas Po	2,1 ± 0,1
Monea CP	48,5 ± 2,4	Monea Po	3,0 ± 0,1
Yechar CP	40,2 ± 3,5	Yechar Po	2,3 ± 0,2
$LSD_{0.05}$	0,7	$LSD_{0.05}$	0,2

Cuadro 5. Superficie foliar total media por árbol (SFT) e índice de área foliar media (IAF) del melocotonero según patrón

Table 5. Total leaf area (SFT) and leaf area index (IAF) of peach on different roostocks

Patrón	SFT por árbol (m^2)	Patrón	IAF (m^2/m^2)
GF677	59,2 ± 10,8	GF677	2,9 ± 0,5
Pollizo	38,4 ± 8,7	Pollizo	2,6 ± 0,3
$LSD_{0.05}$	0,6	$LSD_{0.05}$	0,3

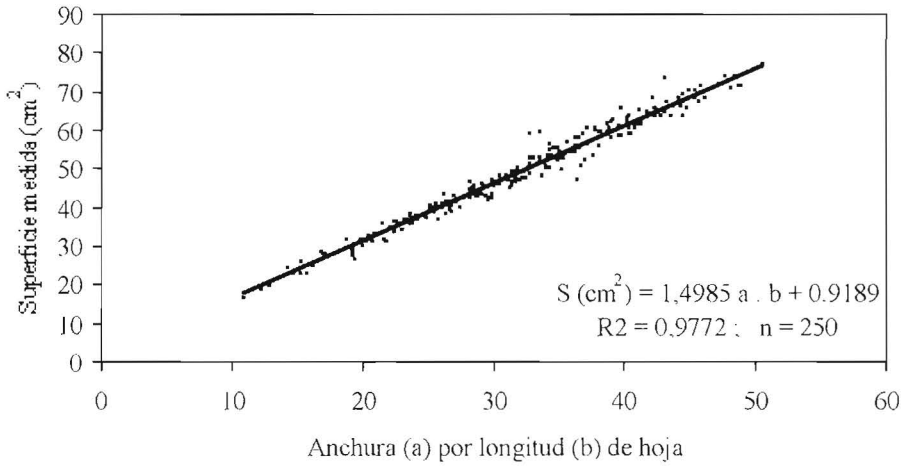


Figura 1. Relación entre las superficies foliar medida y calculada (longitud x anchura de hoja) del melocotonero.

Figure 1. Leaf area measured and calculated (length x width) relations on peach.

Concentración y absorción de nutrientes

Nitrógeno

Los contenidos foliares de N en el melocotonero se caracterizan por una tendencia descendente durante todo el ciclo estacional, presentando los valores más bajos antes del inicio de la caída foliar (CARPENA y CASERO, 1987; MONTAÑÉS *et al.*, 1990a; PANINE, 1984). En la presente experiencia, la concentración de nitrógeno más elevado se encontró en las hojas y la más baja en la madera de poda (figura 2). El contenido de N en hojas varió entre 1,5 y 2,0% /m.s., entre 1,4 y 0,75 en fruto y entre el 0,71 y 0,94% en la madera de poda. Entre patrones no se encontraron diferencias en el contenido de nitrógeno en hoja y madera de poda, resultando ligeramente inferior el contenido de N en los frutos de los árboles injertados sobre CP (figura 3). Los contenidos de N reflejados son similares a los reflejados por MONTAÑÉS *et al.* (1990b) y PANINE (1984) en fase previa a la caída foliar.

La cantidad total de N acumulado en la biomasa desechada de los árboles presentó diferencias significativas entre plantaciones, variando entre 84,3 kg/ha en una plantación con ciruelo pollizo y 194,2 kg/ha en una plantación con patrón híbrido (cuadro 6). Árboles injertados sobre GF677 consumieron más cantidad de nitrógeno que los injertados sobre CP, como consecuencia de la mayor biomasa de hojas, frutos y madera de poda producida y desechada. En plantaciones de híbrido GF677 la cantidad de N acumulada fue de 166,1 kg/ha y de 110,3 kg/ha en las de CP (cuadro 7), contribuyendo las hojas por término medio con el del 35,5%, los frutos con el 47,3% y la madera de poda con el 17,2%. La cantidad de N acumulada en la biomasa desechada de los árboles injertados sobre GF677 resultaron superiores a los reflejados por LIWERANT (1953) y HUGUET (1978) e inferiores la de los árboles injertados con CP. debidas principalmente al patrón utilizado.

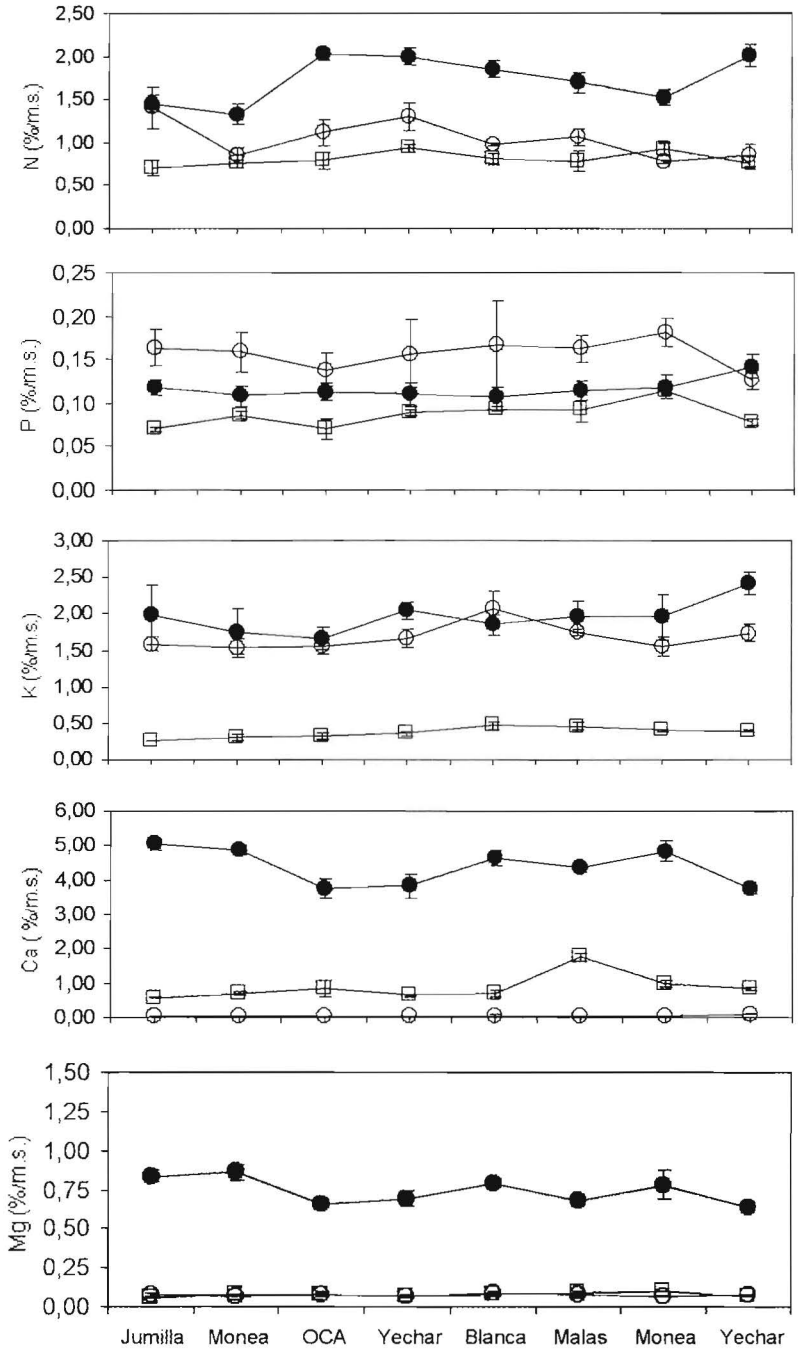


Figura 2. Concentración de N, P, K, Ca y Mg en la materia seca de hojas frutos y madera de poda desechados según patrón de injerta en melocotonero.

Figure 2. Content of N. P, K, Ca and Mg in leaves, fruits and prunning wood in commercial orchards.

Cuadro 6. Absorción total de macroelementos por el melocotón según manejo de la fertirrigación
Table 6. Total accumulatin of N, P, K, Ca and Mg on peach in commercial orchards

Finca	Absorción en kg/ha				
	N	P	K	Ca	Mg
Jumilla GF677	164,3 ± 10,8	16,8 ± 0,9	175,2 ± 14,7	205,5 ± 6,8	36,5 ± 1,2
Monea GF677	132,6 ± 7,3	18,7 ± 1,5	180,9 ± 4,4	165,8 ± 3,5	34,3 ± 1,2
OCA GF677	173,5 ± 11,0	16,5 ± 1,2	174,5 ± 11,4	144,2 ± 8,4	28,9 ± 0,7
Yechar GF677	194,2 ± 18,2	17,7 ± 2,1	204,6 ± 2,6	163,8 ± 12,1	31,6 ± 0,7
Blanca CP	117,9 ± 5,1	13,6 ± 2,8	164,3 ± 13,6	143,2 ± 3,3	27,1 ± 0,7
Malas CP	130,7 ± 10,3	16,4 ± 1,1	176,2 ± 10,7	146,0 ± 9,2	20,9 ± 0,5
Monea CP	108,3 ± 5,0	16,8 ± 0,6	154,9 ± 6,4	149,9 ± 10,1	34,3 ± 3,0
Yechar CP	84,3 ± 10,2	8,9 ± 0,5	121,3 ± 6,6	87,3 ± 2,8	15,8 ± 0,1
$LSD_{0.05}$	19,5	2,7	17,4	21,3	4,0

Cuadro 7. Absorción total de macroelementos por el melocotón según patrón de injerta y distribución en hojas (H), frutos (Fr) y madera de poda (Mp)
Table 7. Total accumulation of N, P, K, Ca and Mg by peach with different roostock and distribution in leaves, fruits and prunning wood

Patrón	Total kg/ha	Distribución del total en%		
		H	Fr	Mp
Nitrógeno				
GF677	166,1 ± 25,2	32,6 ± 3,6	48,7 ± 4,6	18,7 ± 3,7
CP	110,3 ± 18,6	38,5 ± 6,2	45,6 ± 6,7	15,9 ± 2,5
$LSD_{0.05}$	17,1	3,9	4,3	2,3
Fósforo				
GF677	17,5 ± 1,7	20,8 ± 1,7	61,7 ± 5,2	17,5 ± 3,7
CP	13,8 ± 3,4	21,6 ± 3,4	63,5 ± 6,2	14,9 ± 2,3
$LSD_{0.05}$	2,05	4,1	4,1	2,4
Potasio				
GF677	183,8 ± 15,7	32,3 ± 8,4	61,2 ± 8,6	6,5 ± 0,7
CP	154,3 ± 22,6	31,5 ± 5,1	62,5 ± 4,8	6,0 ± 0,9
$LSD_{0.05}$	14,8	5,1	5,1	0,6
Calcio				
GF677	169.8 ± 25,3	82,3 ± 4,2	1,7 ± 0,6	16,0 ± 3,7
CP	131,7 ± 26,3	80,1 ± 6,5	2,7 ± 1,3	17,2 ± 6,7
$LSD_{0.05}$	20,2	4,1	0,8	4,0
Magnesio				
GF677	32,8 ± 3,4	75,3 ± 5,1	16,4 ± 4,3	8,3 ± 1,3
CP	24,5 ± 7,0	74,7 ± 6,3	18,2 ± 5,1	7,1 ± 1,5
$LSD_{0.05}$	4,3	4,3	3,5	1,1

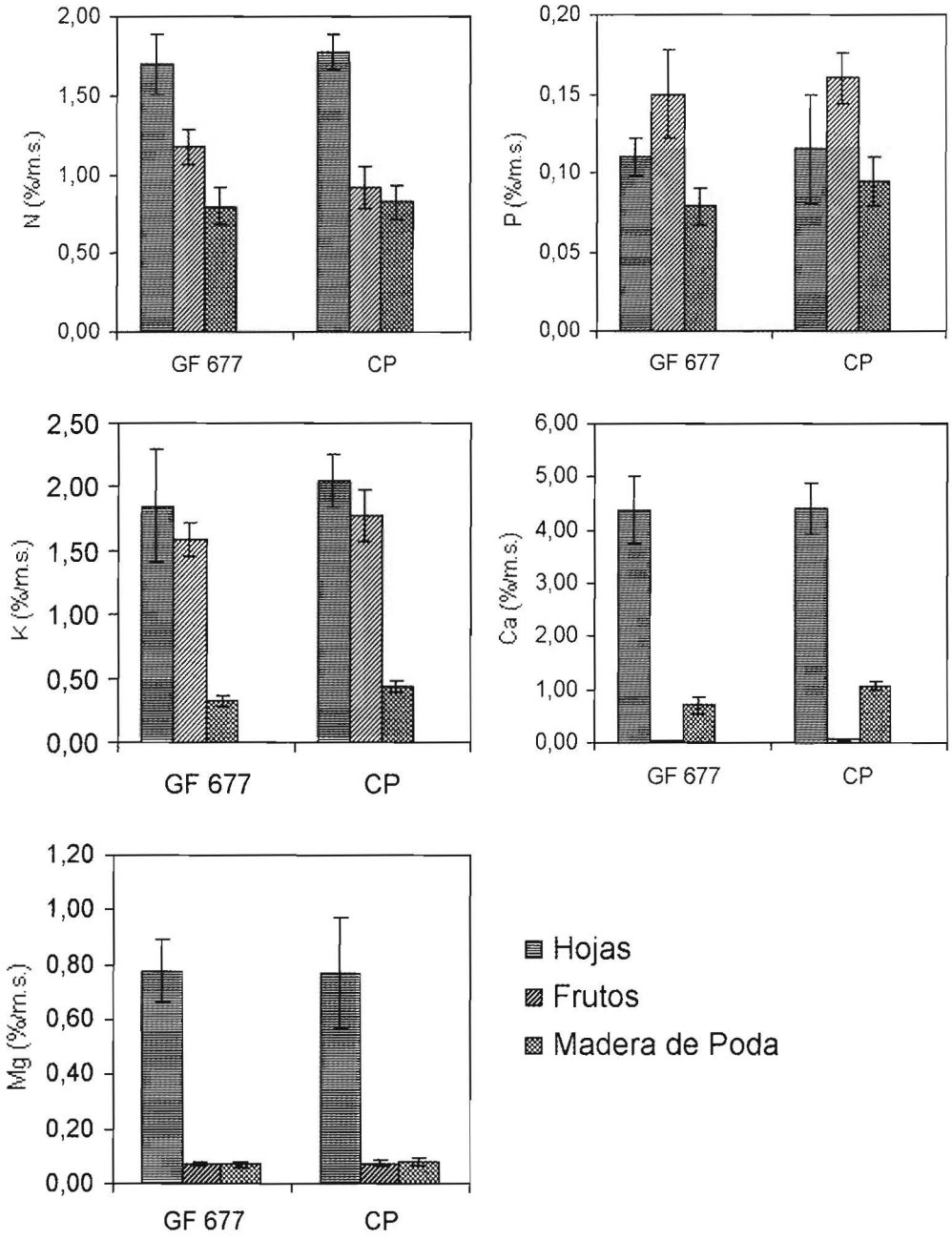


Figura 3. Concentración de N, P, K, Ca y Mg en la materia seca de hojas, frutos y madera de poda desechados en melocotonero.

Figure 3. Content of N, P, K, Ca and Mg in leaves, fruits and prunning wood of peach with different rootstock.

Fósforo

Es el macronutriente absorbido en menor cantidad por el melocotonero. Los contenidos foliares de P se caracterizan por una tendencia descendente durante todo el ciclo estacional, presentando los valores más bajos en fases previas a la caída foliar (CARPENA y CASERO, 1987; MONTAÑÉS *et al.*, 1990a; PANINE, 1984). En nuestra experiencia, el contenido de P (%/m.s.) durante el ciclo estacional fluctuó en hojas entre el 0,11% y el 0,14%, en frutos entre el 0,14% y 0,18% y entre el 0,07% y 0,11% en la madera de poda (figura 2). Entre patrones, los contenidos foliares de P oscilaron entre el 0,11% y 0,12%, en fruto entre 0,15% y 0,16% y en madera de poda entre el 0,08% y 0,09%, presentándose los contenidos más elevados en árboles injertados con GF677 (figura 3). El contenido foliar de P encontrado en la presente experiencia fue similar al reflejado por MONTAÑÉS *et al.* (1990b) y superior al referido por PANINE (1984).

La cantidad total de fósforo acumulada en la biomasa desechada de los árboles de melocotonero presentó diferencias significativas entre plantaciones, variando entre 8,9 kg/ha y 17,7 kg/ha (cuadro 6), cantidades inferiores a las reflejadas por LIWERANT (1953) y HUGUET (1978). Entre patrones, la cantidad de P acumulada en parcelas injertadas en GF677 fue de 17,5 kg/ha y de 13,8 en las de CP, presentando una contribución media para ambos patrones del 22,0% en hojas, el 62,0% en frutos y 16,0% en la madera de poda (cuadro 7).

Potasio

Al igual que el N y el P el contenido de K en hoja disminuye durante el ciclo estacional, presentando los valores más bajos en la fase previa a la caída foliar (EGEA *et al.*, 1972; MONTAÑÉS *et al.*, 1990a; PANINE 1984). El K fue el nutriente consumido en mayor cantidad por los melocotoneros. En la biomasa desechada de los árboles, el contenido más alto de potasio (%/m.s.) se produjo en hoja, disminuyendo ligeramente en fruto y de forma acusada en la madera de poda (figura 2). Los contenidos en hoja oscilaron entre el 1,76% y 2,42%, en fruto entre el 1,53% y 2,06% y en la madera de poda entre el 0,26% y 0,40% (figura 2). Entre patrones, los contenidos de K fueron más elevados en árboles injertados sobre CP que sobre GF677 (figura 3). Los contenidos de K en hoja obtenidos en esta experiencia resultaron ser superiores a los mostrados por MONTAÑÉS *et al.*, (1990b) y similares a los reflejados por PANINE (1984).

La cantidad total de potasio acumulado por la biomasa desechada de los árboles presentó diferencias significativas entre plantaciones (cuadro 6), variando entre 121,3 kg/ha y 204,6 kg/ha, atribuyéndose las diferencias al porte de los árboles que generaron mayor cantidad de biomasa desechada. Entre patrones, los árboles injertados sobre GF677 acumularon 183,8 kg/ha y 154,3 los injertados sobre CP, cantidades superiores a las referidas por LIWERANT (1953) y HUGUET (1978). En las cantidades totales acumuladas las hojas contribuyeron con el 32,0%, los frutos con el 61,5% y la madera de poda con el 6,5% (cuadro 7).

Calcio y Magnesio

A diferencia del N, P y K, la concentración de Ca y Mg presentan una evolución creciente durante el ciclo estacional de cultivo, apareciendo los contenidos más elevados antes de la caída de hojas (MONTAÑÉS *et al.* 1990b; PANINE, 1984). Las hojas fueron los órganos de mayor contenido de Ca, disminu-

yendo sensiblemente en frutos y madera de poda (figura 2). Entre fincas, el contenido de Ca en hojas osciló entre el 3,6% y 4,5%, porcentajes superiores a los reflejados por MONTAÑÉS *et al.* (1990) y similares al encontrado por PANINE (1984). La concentración de Mg varió entre el 0,6 y 0,75%, similar a la señalada por MONTAÑÉS *et al.* (1990b) e inferior a la reflejada por Panine (1984).

Las cantidades totales de Ca y Mg almacenados en la biomasa desechada de los árboles presentaron diferencias significativas entre plantaciones (cuadro 6), variando la de Ca entre 87,3 kg/ha y 205,5 kg/ha, y la de Mg entre 15,8 kg/ha y 36,5 kg/ha, dependiendo las cantidades absorbidas de la biomasa total desechada. Entre patrones, la cantidad de Ca acumulada en árboles injertados sobre GF677 fue de 169,8 kg/ha, y de 131,7 kg/ha en los árboles sobre CP, contribuyendo las hojas con el 82,3% , los frutos con el 2,2% y la madera de poda con el 16,5%. El Mg acumulado fue de 32,8 kg/ha en árboles sobre GF677 y de 24,5 kg/ha sobre CP, en las que las hojas contribuyeron con el 75,4%, los frutos con el 17,0% y la madera de poda con el 7,6%. Las cantidades de Ca y Mg absorbidas por los árboles en las condiciones de esta experiencia resultaron ser superiores a las señaladas por LIWERANT (1953) y HUGUET (1978).

Las variaciones encontradas en el contenido de nutrientes en planta entre autores, es debida a la influencia del patrón, variedad injertada, condiciones de cultivo y fase vegetativa (MONTAÑÉS *et al.*, 1990b).

Bibliografía

ALMELIOTIS D., THERIOS I., KARATASSIOU, 1997. Effects of nitrogen fertilization on growth, leaf nutrient concentration and photosynthesis in three peach cultivars. Acta Horticulturae 449 (2): 529-534.

ALVINO A., ZERBI G., TURCI E., 1989. The effects of rootstock and water table on the nutritional status of cv. Maycrest peach. Adv. Hort. Sci., 3: 51-54.

ALWAY E., 1993. Using fertigation to maximize tree growth, fruit production and profitability. Compact Fruit Tree26: 57-60.

AOAC, 1990. Official methods of análisis of the Association of Official Analitical Chemist (AOAC). Edit. AOAC. 1.297 pp.

BAR-YOSEF B., 1986. Fertirrigation as a technique to optimice crop yield with special reference to vegetables. Proc. 3rd. Int Conf. Irrig. Tel-Aviv, 1983: 87-97.

BUSSI C., HUGUETT J.G., DEFRANCE H., 1991. Fertilization scheduling in peach orchards under trickle irrigation. Journal of Horticultural Science 66 (4): 487-493.

CARPENA O., CASERO T., 1987. Evolución anual de nutrientes en melocotonero sudanell. Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetal 2(1): 31-38.

CASERO T., CARPENA O., 1987. Evolución anual de nutrientes en melocotonero Sudanell. Investigación Agraria. Producción Protección Vegetal 2: 31-43.

EGEA L., CARPENA O., BERENGUER T., 1972. Nutrición mineral en Prunus. I. Melocotonero. An. Edaf. Agrob. 31 (3-4): 269.

GRASA R., MORALES F., ABADÍA A., ABADÍA J., 1998. Contenido foliar de nutrientes en árboles de melocotonero y pérdida de los mismos por abscisión y poda. VII Simposio Nacional-III Ibérico sobre la Nutrición Mineral de las Plantas.

HUGUET J.G., 1978. Prélèvement des substances nutritives par les arbres et l'herbe, p. 16-17. In Effet des tecniques d'entretien du sol sur le comportement du pêcher dans le Vallée du Rhône. E. Chevant-Bretón, mémoire Institut Agricole de Beauvais, 65 pp.

HUGUET J.G., 1981. Problemes agronomiques posés par l'irrigation localisée en arboriculture frutière. Arboriculture Frutière, 325: 45-52.

HUGUET J.G., GIRAUDON J., 1977. Effect de la date d'aport de l'azote sur la croissance et le délevoppement de jeunes pêchers cultivés sur tourbe. Académie d'Agriculture de France, 4:1113-1123.

LALATTA F., 1987. Metodi ed interpretacione delle analysi fogliari in fruticolture. Frutticoltura, 6/7: 71-76.

LIWERANT J., 1953. La fumure des arbres fruitiers. Bull. Tech. Information 81.

MANDRIN J.F, SOING P., 1992. Influence de différents équilibres d'alimentation minérale sur la production et la qualité du frut. Ctifl mai: 41-42.

MAPA (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación), 1986. Proyecto Lucdeme, Hoja de Cieza 891.

MARTIN PREVEL P., GAGNARD J., GAUTIER P. (Eds)., 1984. L'análisis Vegetal dans le controle de L'Alimentatión des plantes temperées et tropicales. París: 810 pp.

MONTAÑÉS L., SANZ M., GOMEZ V., HERAS L., 1990a. Óptimos nutricionales en melocotonero. An. Aula Dei 20 (1-2): 7-13.

MONTAÑÉS L., SANZ M., GOMEZ V., HERAS L., 1990b. Evolución de nutrientes en hoja de melocotonero (Prunus Pérsica, L. Batsch). An. Aula Dei (1-2): 15-26.

NIEDERHOLZER F.J.A., CRASON R.M., URIU K., WILLITS N.H., PEARSON J.P., 1991. Seasonal partitioning of leaf and fruit potassium and fruit dry matter in french prune trees at various potassium levels. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 1216 (6): 981-986.

PANINE M., 1984. Pêches. En: P. Martín Prevel; J. Gagnard y P: Gautier (Eds). L'Anályse vegetale dans le controle de l'alimentation des plantes temperées et tropicales. París: 280-313.

RINCÓN L., SÁEZ J., BALSALOBRE E., PELLICER C., 1995. Crecimiento y absorción de nutrientes del pimiento grueso en cultivo bajo invernadero. Investigación Agraria: Producción Vegetal 10 (1): 47-59.

RINCÓN L., SÁEZ J., PÉREZ J.A., PELLICER C., GÓMEZ M.D., 1997. Crecimiento y absorción de nutrientes de melón bajo invernadero. Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetal 13 (1-2): 111-120.

RINCÓN L., PELLICER C., SÁEZ J., PÉREZ A., ABADÍA A., 2002. Crecimiento vegetativo y absorción de nutrientes del apio. Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetales, Vol. 17 (2): 291-302.

SMITH M., KENWORTHY A.L., BEDFORD C.L., 1979. The response of fruit trees to injection of nitrogen through a trickle irrigation system. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104: 311-313.

SOING P., MANDRIN J.F., 1993a. Consommations en eau et éléments minéraux de pechers cultivés quatre ans en conteneurs. Ctifl-juin.

SOING P., MANDRIN J.F., 1993b. Nutrition du pêcher. Cinétiques des consomations. Infos-Ctifl, 92:33-36.

STAESSEN P.J., TERBLANCHE J.H., STRIDOM D.K., 1985. The effect of time and rate of nitrogen application on development and composition of peach-trees. Agroplantae, 13: 55-61.

URIU K., CARLSON R.M., HENDERSON H., SCHUBALCH H., ALDRICH T.M., 1980. Potasium Fertilization of prune trees under drip irrigation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 (4): 508-510.

(Aceptado para publicación el 15 de diciembre de 2003).