ITEA (2003), Vol. **99V N.° 1,** 68-74

GRADIENTES DEL POTENCIAL HÍDRICO DEL TRONCO DE LA NECTARINA 'ARMKING' EN FUNCIÓN DEL PATRÓN

A. Motisi, F. Pernice, F. Sottile, T. Caruso

Dipartimento di Colture Arboree, Univ. de Palermo, Viale delle Scienze 11, 90128 Palermo, Italia

RESUMEN

Se han estudiado los efectos del vigor del patrón sobre la conductividad hidráulica del xilema del cultivar en árboles en maceta de la nectarina 'Armking' injertada sobre los patrones GF677 (vigoroso) y MrS 2/5 (enanizante). Se midieron los gradientes del potencial hídrico de hojas sin transpirar a tres niveles del tronco, empezando a 10 cm por encima del punto de injerto. La tasa de transpiración se estimó por pesada. Se tomaron dos conjuntos de medidas sobre el mismo árbol, a dos niveles diferentes de tasas de transpiración, obtenidos imponiendo un nivel diferente de demanda evaporativa. Las medidas se tomaron después que la transpiración alcanzase un estado constante (20 minutos después de cualquier perturbación ambiental). Los árboles injertados sobre el patrón enanizante (MrS 2/5) mostraron un potencial hídrico menor a cualquier nivel del tronco y una conductividad hidráulica menor a lo largo del tronco, alrededor de la mitad de los valores observados sobre los árboles autoenraizados o injertados sobre GF677.

Palabras clave: Patrón, Nectarina, *Prunus persica*, *P. cerasifera*, Relaciones hídricas.

SUMMARY

EFFECT OF SEVERAL PEACH ¥ ALMOND HYBRID ROOTSTOCKS ON FRUIT QUALITY OF PEACHES

The effects of rootstock vigour on scion xylem hydraulic conductivity were studied on potted trees of cv. 'Armking' nectarine grafted on GF677 (vigorous) and MrS 2/5 (low-vigour) rootstocks. Water potential gradients of non-transpiring leaves, were measured at three levels of the stem starting at 10 cm above the graft-point. Transpiration rate was estimated by weighing. On the same trees, two sets of measurements were taken, at two different transpiration-rate levels obtained imposing a different level of evaporative demand. Measurements were taken after allowing transpiration to reach steady-state (20 minutes after any environmental perturbation). Trees grafted on the low-vigour rootstock (MrS 2/5) showed the lowest water potential at any level along the stem and the lowest hydraulic conductivity along the stem, about half the values observed on GF677-grafted and self-rooted trees.

Key words: Rootstock, Nectarine, *Prunus persica*, *P. cerasifera*, Water relations.

Introducción

La combinación cultivar/patrón, en melocotonero y nectarina, puede afectar varias características morfológicas y fisiológicas del árbol injertado, como el vigor, la calidad del fruto, la productividad y la repartición de asimilados. El vigor del patrón se ha relacionado con limitaciones impuestas por la conductividad hidráulica radial de la raíz (MARANGONI *et al.*, 1989), como se ha observado en otras especies (SYVERSTEN *et al.*, 1981; OLIEN y LAKSO, 1984; RIEGER y MOTISI, 1990), o por la resistencia hidráulica del mismo punto de unión del injerto (ATKINSON *et al.*, 2001). Sin embargo, los estudios sobre el control del vigor del melocotonero por el patrón, generalmente se han enfocado hacia las propiedades hidráulicas del sitema radicular de árboles sin injertar, no sobre las relaciones hídricas de los árboles de la combinación cultivar/patrón.

Las limitaciones de vigor impuestas por otros medios que el patrón, como la orientación del brote (SCHULTZ y MATTHEWS, 1993), edad del árbol y déficits hídricos (FERNANDEZ *et al.*, 1997) se han relacionado con la arquitectura hidráulica del árbol en algunas especies. Los cambios en la conductividad hidráulica del xilema debidos a modificaciones anatómicas de los haces de xilema, son considerados en particular la causa de los déficits hídricos al imponer restricciones al suministro de agua a la copa y afectar la dinámica interna del agua (ZIMMERMANN, 1983).

El objetivo de este estudio fue verificar, en dos combinaciones de injerto de diferente vigor, el efecto de la interacción cultivar/patrón sobre las relaciones hídricas del árbol y determinar si el vigor del árbol podría relacionarse con las limitaciones en el suministro de agua causadas por diferencias en la arquitectura hidráulica de los árboles.

Materiales y métodos

Plantones de un año de la nectarina 'Armking' injertada sobre los patrones GF677 (vigoroso) y MrS 2/5 (enanizante) se cultivaron en contenedores de plástico de 17 l con fibra de coco como substrato. Los árboles se regaron diariamente y abonaron con una solución básica de Hoagland a media concentración. La frecuencia del tratamiento y la concentración de nutrientes se ajustaron durante el período vegetativo según el estado ontogénico de los árboles y su tasa de crecimiento.

Las observaciones se realizaron durante el segundo año, después de dejar que la copa se desarrollase totalmente. Durante un día sin nubes caracterizado por una elevada estabilidad atmosférica, se realizaron las observaciones en árboles bien regados, de la siguiente manera: el potencial hídrico del xilema en hojas envueltas en lámina de plástico y de aluminio, se midió con la técnica de la cámara de presión a tres niveles del tronco empezando 10 cm por encima del punto de injerto. La tasa de transpiración del árbol completo se estimó por el pesaje del árbol con una báscula de alta resolución (0,003% del rango de toda la báscula). Durante la medida, las pérdidas por evaporación del substrato se evitaron envolviendo los contenedores con una lámina de plástico. En los mismos árboles se tomaron dos series de medidas, a dos tasas de transpiración obtenidas imponiendo diferentes niveles de demanda evaporativa por el cambio de las condiciones alrededor del árbol, al rodearlo por una bolsa de plástico transparente para limitar la ventilación (*baja demanda evaporativa*) o aumentando la circulación interna de aire por una ventilación artificial (*alta demanda evaporativa*). Las medidas se tomaron después de alcanzar un estado constante de la transpiración (20

minutos después de cualquier perturbación climática). Las sesiones de medidas duraron de las 12:00 a las 14:00 de tiempo solar para asegurar las condiciones de radiación constante a lo largo del período de observación.

La tasa neta de asimilación de las hojas y la conductividad estomática se midieron con un sistema portátil de medida de intercambio gaseoso (CIRAS-1). Las medidas se tomaron en hojas totalmente iluminadas, orientadas perpendicularmente a la radiación solar para obtener valores a la saturación de luz tanto de la asimilación neta (A_{max}) y de la conductividad estomática (gl_{max}). El contenido de clorofila en hoja (cl a + cl b) se determinó en extractos al 80% de acetona (v/v) por absorción espectrofotométrica a 664 y 647 nm (COOMBS *et al.*, 1986).

Las observaciones sobre la conductividad hidráulica del xilema se realizaron en árboles en latencia, después de la caía de hojas, según el procedimiento de SPERRY *et al.* (1988) modificado como sigue: se forzó agua destilada ultra-filtrada (0.2 mm) a una presión de 0,01 MPa a través de la base del brote y se midió la salida de savia, por medio de una pipeta graduada aplicada al final del corte, en un período de 5 minutos. Las observaciones se repitieron, sobre el mismo árbol, después de cortar otra vez hacia abajo 10 cm de brote. Siguiendo este procedimiento, fue posible obtener una estimación de la variación de la conductividad hidráulica a lo largo del brote a intervalos de 10 cm. La conductividad específica de las hojas (LSC) se calculó dividiendo los valores de la conductividad obtenidos por la superficie de hojas sostenida por cada porción de brote.

Resultados

La materia seca aportada a la parte aérea de los árboles injertados sobre GF677 fue mayor que sobre MrS2/5. No se encontraron diferencias en la partición de materia seca entre hojas y brotes. El número de nudos y la superficie foliar fueron menores sobre MrS2/5 (cuadro 1).

Dinámica del agua en el árbol

En ambas condiciones ambientales del ensayo (demanda evaporativa alta y baja), las tasas mayores de transpiración se observaron sobre GF677. Los árboles injertados sobre MrS2/5, incluso en su transpiración más alta, no alcanzaron los valores menores medidos en los árboles injertados sobre GF677 (cuadro 2).

Cuadro 1. Características vegetativas de las combinaciones cultivar/patrón de 'Armking' (media ± SE)

Table 1. Vegetative characteristics of 'Armking' scion/stock combinations (mean ± SE)

Patrón	Sección transversal de tronco [1] (cm^2)	N° de nudos por árbol	Peso seco de brote (g)	Peso seco total de hoja (g)	Superficie de hoja (m^2)
GF 677	1,66 ± 0,05	1.226 ± 109	95,9 ± 4,4	91,0 ± 8,9	1,52 ± 0,15
MrS2/5	1,68 ± 0,03	842 ± 72	69,5 ± 3,4	75,4 ± 8,8	1,26 ± 0,15

(1) medidas tomadas 10 cm por encima del punto de injerto.

Cuadro 2. Potencial hídrico del brote y tasa de transpiración (medida por pesaje) de árboles en contenedor en condiciones de demanada evaporativa alta y baja

Table 2. Stem water potential and transpiration rate (measured by weighing) of potted trees under conditions of high and low atmospheric evaporative demand

Patrón	Potencial hídrico del brote 10 cm sobre el punto de injerto (MPa)		Transpiración (mmol m^{-2} sec^{-1})	
Demanda evaporativa	Baja	Alta	Baja	Alta
GF677	-1,13 ± 0,03	-1,21 ± 0,02	2,14 ± 0,21	2,34 ± 0,17
MrS2/5	-1,16 ±0,06	-1,30 ± 0,09	1,72 ± 0,24	2,01 ± 0,22

Los gradientes de potencial hídrico del xilema a lo largo del brote (Ψ_s, PSI) de los árboles en transpiración fueron diferentes para las combinaciones cultivar/patrón (figura 1). También pudieron observarse diferencias para la pendiente del gradiente, mayor en los árboles sobre MrS2/5. Ello determinó, en la cima de los árboles, valores PSI tan bajos como –1,5 MPa. El gradiente de potencial hídrico a lo largo del brote (expresado como la diferencia entre PSI a 10 cm y PSI a 100 cm sobre el punto del injerto) fue mayor sobre MrS2/5 que sobre GF677.

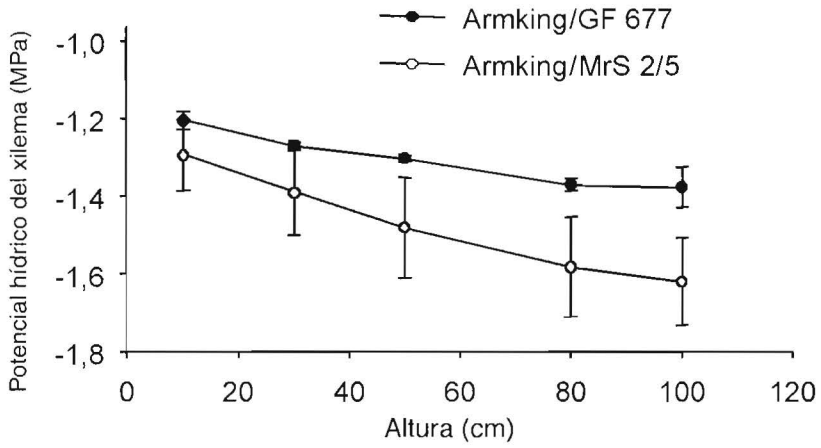


Figura 1. Variación del potencial hídrico del brote a lo largo del mismo en condiciones de demanda evaporativa elevada.

Figure 1. Variation of stem water potential along the stem under conditions of high evaporative demand.

Intercambio de gases en la hoja

Los valores de la asimilación neta y de la transpiración de la hoja en saturación de luz fueron menores en los árboles injertados sobre MrS2/5 que sobre GF677. La tasa de asimilación neta en saturación de luz (A_{max}) estuvo correlacionada con la conductividad estomática (gs_{max}, figura 2). Las observaciones se solaparon ampliamente a la largo de la misma relación linear.

Arquitectura hidráulica del árbol

La conductividad del brote estuvo relacionada con varios parámetros morfológicos, como la materia seca y el número de nudos. La conductividad hidráulica específica de la hoja (CHE, figura 3) en los árboles injertados sobre MrS2/5 fue alrededor del 50% menor que sobre GF677. Los árboles sobre GF677 mostraron una gran variación en las distintas partes del brote. Por el con-

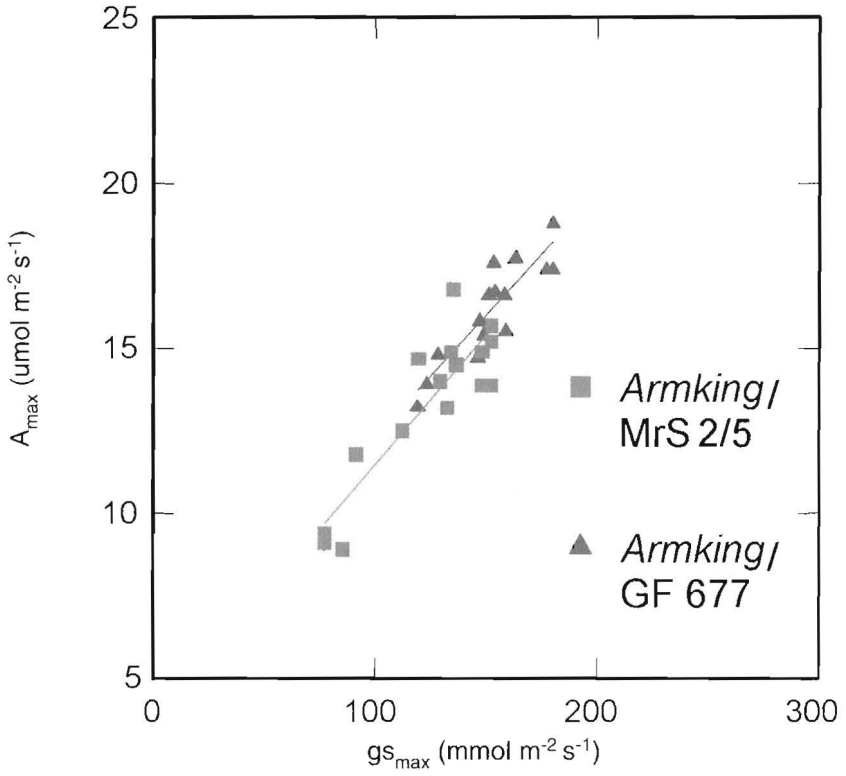


Figura 2. Tasa de asimilación neta en saturación de luz (A_{max}) y conductividad estomática (gs_{max}) en la nectarina 'Armking' injertada sobre GF677 y MrS2/5.

Figure 2. Light-saturated net assimilation rate (A_{max}) vs. stomatal conductance (gs_{max}) in 'Armking' nectarine grafted on GF677 and MrS2/5.

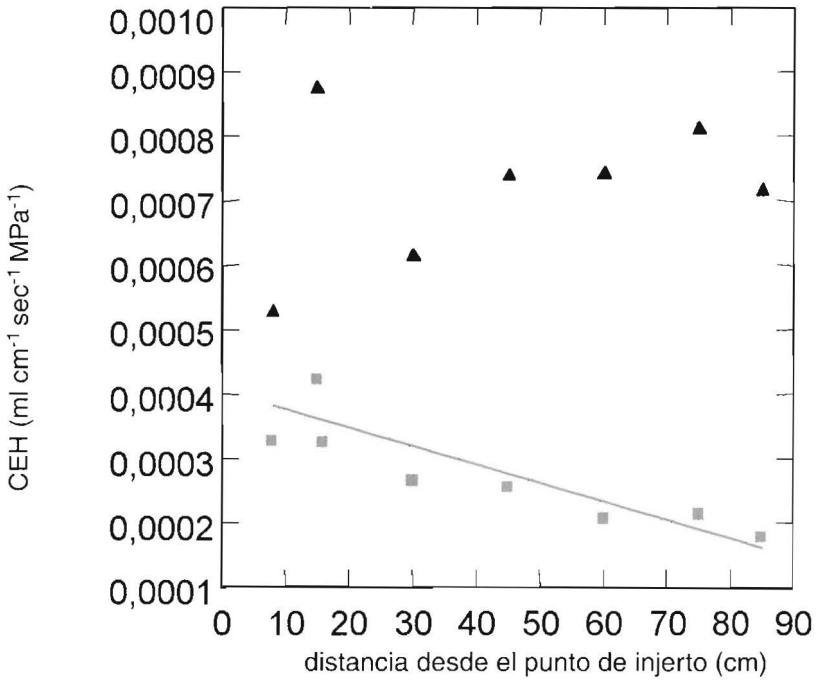


Figura 3. Variación de la conductividad hidráulica del xilema (expresada como Conductividad Específica de la Hoja - CEH) a lo largo del brote de árboles de 'Armking' injertados sobre GF677 y MrS2/5.
Figure 3. Variation of xylem hydraulic conductivity (expressed as Leaf Specific Conductivity - CEH) along the stem of 'Armking' trees grafted on GF677 and MrS2/5.

trario, sobre MrS2/5, CHE cambió de forma lineal, con valores mayores en la base del árbol. En el extremo distal del brote, los valores de CHE fueron alrededor del 50% más bajos.

Discusión

El estado hídrico del árbol durante la transpiración resultó afectado en este estudio por el patrón. Los árboles sobre GF677 mostraron generalmente un potencial hídrico mayor durante la transpiración que sobre MrS2/5, mientras que en este último el potencial hídrico cayó a menudo a valores muy bajos. Las diferencias en el potencial hídrico pueden atribuirse sólo parcialmente a la conductividad hidráulica de la raíz ya que, entre patrones, las diferencias en el potencial hídrico en la base del árbol (10 cm sobre el punto del injerto) fueron muy pequeñas (<0,1 MPa). Las diferencias mayores observadas en el gradiente del potencial hídrico desde la base a la cima del árbol indican una conductividad hidráulica más baja en el brote injertado sobre MrS2/5, lo que, al imponer restricciones en el suministro de agua a la copa, podría también haber determinado las menores tasas de transpiración.

Las observaciones sobre el intercambio gaseoso de la hoja mostraron que la tasa de asimilación neta depende de la conducitivdad estomática en ambas combinaciones de patrones. Los valores más bajos de A_{max} y gs_{max} observados indican que el cierre de los estomas podría ser la causa mayor de la limitación del crecimiento de los árboles sobre MrS2/5.

Las diferencias observadas en el estado hídrico de los árboles puede relacionarse con la menor conductividad hidráulica del brote de los árboles sobre MrS2/5, que en este estudio parece relacionada con el vigor menor del árbol.

Agradecimientos

Tabajo financiado por el proyecto MURST "Fattori eco-fisiologici, biochimici e molecolari coinvolti nella funzionalità vascolare delle piante da frutto innestate".

Bibliografía

ATKINSON C.J., ELSE M.A., TAYLOR L., WEBSTER A.D., 2001. The rootstock graft union: a contribution to the hydraulics of the worked fruit tree. Acta Hort. 557: 117-122.

COOMBS J., HALL D.O., LONG S.P., SCURLOCK J.M.O., 1985. Techniques in bioproductivity and photosynthesis (2nd edition). Pergamon Press, Oxford. 1985.

FERNANDEZ R.T., PERRY R.L., FLORE J.A., 1997. Drought response of young apple trees on three rootstocks: growth and development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122(1): 14-19.

MARANGONI B., PETERLUNGER E., SCUDELLARI E., 1989. Root hydraulic conductivity of peach rootstocks. Acta Hort. 254: 205-211.

OLIEN W.C., LAKSO A.N., 1984. A comparison of the dwarfing character and water relations of five apple rootstocks. Acta Hort. 146: 151-158.

RIEGER M., MOTISI A., 1990. Estimation of root hydraulic conductivity on intact peach and citrus. HortScience 25(12): 1631-1634.

SCHULTZ H.R., MATTHEWS M.A., 1993. Xylem development and hydraulic conductance in sun and shade shoots of grapevine (Vitis vinifera L.): evidence that low light uncouples water transport capacity from leaf area. Planta 190(3): 393-406.

SPERRY J.S., DONNELLY J.R., TYREE M.T., 1988. A method for measuring hydraulic conductivity and embolism in xylem. Plant Cell Environ. 11: 35-40.

SYVERSTEN J.P., 1981. Hydraulic conductivity of four commercial citrus rootstocks. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106(3): 378-381.

ZIMMERMANN M.H., 1983. Xylem structure and the ascent of sap. Springer Verlag, Berlin.