

“RELACIONES HÍDRICAS EN SEIS PORTAINJERTOS DE VID CON LA CV. MALBEC”

Marina Di Filippo, Hernán Vila.

Estación Experimental Agropecuaria Mendoza, INTA. San Martín 3853, Luján de Cuyo, Mendoza. mdifilippo@mendoza.inta.gov.ar

El uso de portainjertos en la vid se ha difundido por su resistencia a filoxera y nemátodos, pero también por su tolerancia a condiciones adversas del suelo. Por otro lado, los portainjertos modifican el comportamiento vegetativo y reproductivo de las plantas, lo cual puede ser utilizado como una herramienta de manejo agronómico. A fin de evaluar si existe un comportamiento diferencial de los portainjertos en cuanto a expresión vegetativa, vigor y rendimiento, y explicar dichas diferencias en términos de exploración radical, relaciones hídricas y eficiencia en el uso del agua se realizó un ensayo a campo de cv. Malbec sobre seis portainjertos (3309 C, 1103 P, 140 Ru, SO4, Harmony y Cereza) y a pie franco. La superficie foliar total (SFT) de Franco, Cereza, 3309 C, 1103 P y SO4 fue mayor que la de Harmony. La SFT de 140 Ru fue igual que la de SO4 y Harmony, y menor que la del resto de los portainjertos. El peso de poda (PP) de Franco, Cereza, 3309 C, 1103 P y SO4 fue mayor que el de Harmony. El PP de 140 Ru se igualó al de 1103 P, SO4 y Harmony, y fue menor que el de Franco, Cereza y 3309 C. El rendimiento por planta de 1103 P ($2,7 \text{ kg pl}^{-1}$) y SO4 ($2,53 \text{ kg pl}^{-1}$) fue mayor que el de Harmony ($1,29 \text{ kg pl}^{-1}$); el resto de los portainjertos tuvo un rendimiento intermedio. Los portainjertos 140 Ru, 1103 P y SO4 tuvieron una mayor tendencia a la producción de uva (mayor Índice de Ravaz), y Franco, Cereza y 3309 C a vegetar, mostrando Harmony una situación intermedia. La conductancia hidráulica foliar específica (k_L) de Harmony fue menor que la de Cereza, y su conductancia hidráulica (k_H) fue menor que la de Franco, Cereza y SO4. El número de raíces totales de 140 Ru fue mayor que el de 1103 P, SO4 y Harmony. El portainjerto 140 Ru se destacó por privilegiar el desarrollo radical y reproductivo sobre el vegetativo y por su mayor eficiencia en el uso del agua (EUA). Las diferencias entre portainjertos pueden ser explicadas en parte por diferencias en la k_L que a su vez incide en el estado hídrico de las plantas (Ψ_L). De manera que cuando la k_L es más baja, el Ψ_L es menor (*i.e.*, Harmony), y cuando la k_L es más alta, el Ψ_L es mayor (*i.e.*, Franco y Cereza). Mayores Ψ_L se asocian con mayores superficies foliares.

1. INTRODUCCIÓN

En la vid, el uso de portainjertos se buscó primero para controlar la filoxera. Estudios posteriores demostraron que cada combinación injerto-portainjerto modifica las relaciones fuente-destino, influyendo en la expresión vegetativa de las plantas injertadas, y en el equilibrio vegetativo-reproductivo (Sampaio y Vasconcelos, 2005), lo cuál puede ser utilizado como una herramienta de manejo agronómico. En Argentina, si bien no se han realizado suficientes investigaciones, se ha observado que SO4 es un portainjerto más productivo y 1103 P de mayor vigor, comparados con 110 R, cuando se injertan con Cabernet Sauvignon (Rodríguez *et al.*, 1998). En otro estudio se demostró que Salt-Creek, SO4 y pie franco son más vigorosos que 1613 C, Freedom y Harmony, injertados con Cabernet Sauvignon, en suelos franco arenosos (Andreoni, 2005).

La expansión celular, de la cual dependen el vigor y la expresión vegetativa de las plantas, es uno de los procesos más sensibles al estado hídrico (Sadras y Milroy, 1996). Por esto no es posible separar los aspectos de expresión vegetativa, vigor y rendimiento de los aspectos hídricos (Ollat *et al.*, 2003). La expansión celular está determinada, en parte, por la turgencia de las células. Para mantener una alta turgencia es necesario mantener un alto potencial hídrico foliar (Ψ_L). A su vez, el Ψ_L depende de tres factores, el potencial agua del suelo (Ψ_{suelo}), la transpiración (E) y la conductancia hidráulica foliar específica (k_L) según muestra la ley de Darcy (Ecuación 1; Maseda y Fernández, 2006):

$$\Psi_L = \Psi_{suelo} - \frac{1}{k_L} * E \quad \text{Ecuación 1}$$

De los tres factores indicados, el único atribuible a la planta es k_L . Comparando distintos portainjertos, con un mismo injerto, es esperable que las diferencias en expresión vegetativa dependan de aspectos morfológicos de la raíz que pueden afectar k_L (*e.g.*, densidad de raíces, cantidad y tamaño de los vasos xilemáticos y resistencia hidráulica en la unión injerto-portainjerto).

El objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento diferencial de los portainjertos de vid Harmony, SO4, 1103 P, 140 Ru, 3309 C y Cereza, injertados con Malbec, en cuanto a expresión vegetativa, vigor y rendimiento. También determinar si dichas diferencias pueden explicarse en términos de diferentes k_L y densidad de raíces; y si estos factores tienen relación con los Ψ_L de los portainjertos.

Debido a que la expresión vegetativa y el rendimiento inducidos por los portainjertos pueden ser muy distintos, y que esto puede tener implicancias en la eficiencia en el uso del agua, otro objetivo fue estudiar esta eficiencia y su relación con el tamaño del aparato transpiratorio.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Características del experimento

Se evaluó un ensayo comparativo de portainjertos en la EEA INTA Mendoza, en Luján de Cuyo (33° S; 68° O; 924 m snm) durante dos temporadas (2006-2007 y 2007-2008). El ensayo había sido implantado en 1999 con plantas de vid Malbec (*Vitis vinifera*) injertadas sobre 6 portainjertos y a pie franco. Las plantas se conducían en un espaldero con hileras orientadas en N-S, con una distancia de plantación de 2,5 m x 1,5 m. El sistema

de poda era a cordón pitoneado. El espaldero contaba con una malla para protección antigranizo. El sistema de riego era gravitacional por melgas a cero, los riegos se definieron sobre la base del potencial hídrico foliar de mediodía (Ψ_{LMD}), manteniéndolo a -1,1 MPa de brotación-envero y a -1,4 MPa entre envero y cosecha.

El diseño experimental fue en cuadrado latino de 7 x 7. La unidad experimental constó de un claro con cuatro plantas. La unidad de medición fue de dos plantas. Los tratamientos fueron seis portainjertos (Harmony, SO4, 1103 Paulsen, 140 Ruggeri, 3309 C y Cereza; *Vitis vinifera*) injertados con Malbec; y un testigo de Malbec a pie franco.

Variables medidas

Expresión vegetativa y vigor: Para su evaluación no se realizaron podas en verde y las plantas se dejaron crecer libremente. Se pesó la poda invernal (PP) por planta como indicador de la expresión vegetativa. Se calculó, para cada planta, el peso promedio del brote dividiendo el PP por el número de brotes, como un indicador del vigor. En todos los tratamientos la poda se condicionó dejando 20 yemas por cada kilo de poda. Así, quedaron entre 16 y 24 yemas por planta. Se midió la longitud final de los brotes principales y de las feminelas de cada planta, en el momento de la poda. De esta manera se obtuvo la longitud total de los brotes de cada planta. Para obtener la superficie foliar total (SFT) de las plantas se extrajeron 15 brotes de las plantas bordura, se midió la longitud del brote principal y de las feminelas y se procesaron las hojas con un medidor láser de área foliar (CI-203/CI-203CA,CID,Inc., Camas,) para obtener la SFT por brote. Se realizó una regresión entre la SFT del brote y su longitud total ($R^2 = 0,84$). Luego, con los datos de longitud total de los brotes de cada planta, medidos en la poda, se aplicó la regresión y se obtuvo la SFT de la planta.

Rendimiento y sus componentes: Previo a la cosecha se contó el número de brotes por planta y el número de racimos por brote. Se realizó un muestreo de dos racimos por planta para obtener el peso promedio del racimo y el número de bayas por racimo. Por otro lado se determinó el peso de la baya y finalmente se pesó la producción por planta.

Equilibrio vegetativo y reproductivo: Se calculó el Índice de Ravaz (IR) como la relación entre el rendimiento (kg planta^{-1}) de la cosecha y la poda (kg planta^{-1}). Además, se calculó la relación entre la SFT ($\text{m}^2 \text{ planta}^{-1}$) y el peso del racimo (kg planta^{-1}).

Aspectos fisiológicos y morfológicos de las plantas: Se calcularon las relaciones hídricas en la zona de bajo vigor del ensayo -hilera 6 y 7- por ser la zona dónde eran más evidentes las diferencias de expresión vegetativa entre tratamientos. Se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- *Intercambio gaseoso:* En una de las plantas correspondientes a la unidad de medición se midió la fotosíntesis neta (A ; $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), la transpiración (E ; $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) y la conductancia estomática (g_s ; $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) con un analizador de gases infra-rojo (CIRAS-2 PP Systems.) Para ello, se realizó un recorrido por la hilera desde preamanecer hasta mediodía (13 h.). Luego, se calculó la A y la E de la planta entera multiplicando por la SFT de cada planta. La fotosíntesis neta máxima (A_{max}) se consideró como aquellos valores de A cuando la radiación fotosintéticamente activa (PAR) fue mayor a $800 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y la temperatura de la hoja entre 25 - 35°C.
- *Conductancia hidráulica máxima de las plantas:* Una vez que se midió el intercambio gaseoso la misma hoja fue cortada para medir el Ψ_L con una cámara de presión (4P, Biocontrol). Con las mediciones de E y Ψ_L se realizaron curvas de regresión lineal para cada portainjerto, y se calculó la k_L ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ MPa}^{-1}$) como la recíproca de la pendiente de la ecuación 1; donde: Ψ_{suelo} se considera la ordenada al origen del modelo

y E variable entre preamanecer y mediodía. Al tomar sólo el tramo de respuesta lineal se midió k_L máxima, a estomas abiertos, que refleja aspectos morfológicos como cantidad y diámetro de los vasos xilemáticos. Luego se calculó la conductancia hidráulica máxima de la planta entera (k_H) multiplicando k_L por la SFT. Las mediciones se realizaron en las primeras horas de la mañana cuando los estomas estaban abiertos.

- *Eficiencia en el uso del agua:* Se calculó la eficiencia en el uso del agua con respecto a los rendimientos (EUA), como la relación entre el rendimiento de uva (kg planta^{-1}) y la E_{max} ($\text{mmol H}_2\text{O planta}^{-1} \text{s}^{-1}$) de la planta.
- *Densidad de raíces:* Para medir la densidad de raíces se utilizó el método de la cuadrícula de Bohm (Smart *et al.*, 2006). Para ello se realizaron dos calicatas por portainjerto. Las mismas se hicieron en forma de L, quedando una pared paralela y otra perpendicular a la línea de plantación, a una distancia de 0,1 m desde el tronco. La dimensión de las calicatas fue de 1 m x 1 m, y la profundidad fue de 1 m. En la pared a analizar, luego de remover una pequeña capa de tierra para descubrir las raíces, se colocó una grilla cuadrada formada por nueve cuadrados de 10 cm x 10 cm cada uno. Se contó la cantidad de raíces dentro de cada cuadrado, diferenciándolas por cinco clases diametrales (0-1 mm; 1-2 mm; 2-4 mm; 4-6 mm; > a 6 mm). Luego se calculó el número de raíces totales y de cada clase diametral por m^2 .

3. RESULTADOS

Aspectos vegetativos y reproductivos de las plantas

Los distintos portainjertos mostraron diferencias en varios aspectos vegetativos y reproductivos, las cuales se muestran en la Tabla 1. Los portainjertos Franco, Cereza y 3309 C tuvieron una mayor producción de hojas y madera comparada con la de 140 Ru, que tuvo un mayor rendimiento de uva y un mayor número de raíces. Los portainjertos 1103 P y SO4 se encontraron en situaciones intermedias de expresión vegetativa y vigor. Las plantas obtenidas con Harmony se caracterizaron por ser más chicas que el resto, con valores menores en casi todas las variables.

Tabla 1: Variables vegetativas, reproductivas y de equilibrio de Malbec sobre seis portainjertos de vid y a pie Franco. Valores promedio. n = 6. Temporada 2006-2007.

Pie	SFT ($\text{m}^2 \text{pl}^{-1}$)	Peso de poda (kg pl^{-1})	Rendimiento (kg pl^{-1})	Índice de Ravaz	Nº raíces totales m^{-2}
Franco	7,70 a	1,48 a	1,95 ab	1,28 bc	684 abc
Cereza	8,59 a	1,65 a	1,90 ab	1,23 bc	676 abcd
3309 C	7,12 a	1,37 a	1,56 ab	1,11 c	708 ab
1103 P	7,11 a	1,32 ab	2,70 a	2,12 ab	564 cd
SO4	6,91 ab	1,25 ab	2,53 a	1,93 abc	549 d
140 Ru	5,17 bc	0,91 bc	2,36 ab	2,35 a	762 a
Harmony	4,49 c	0,79 c	1,29 b	1,79 abc	578 bcd
Valor p	0,0001	0,0001	0,0052	0,0003	0,0417

Letras distintas indican diferencias significativas en el test de Tukey para $p < 0,05$. Nº raíces totales m^{-2} test LSD para $p < 0,05$.

Se pudieron resumir los aspectos vegetativos y reproductivos más destacados de los distintos portainjertos mediante un análisis de componentes principales. Se distinguieron dos componentes que explicaron el 87% de la variabilidad total (Figura 1). El componente 1 (63% de la variabilidad), representó la expresión vegetativa y el vigor de la planta y se compuso por las variables SFT, PP, longitud total de los brotes (cm planta^{-1}), peso medio del sarmiento (kg brote^{-1}) y por la relación entre SFT y peso del racimo ($\text{m}^2 \text{kg}^{-1}$). El componente 2 (24% de la variabilidad), representó el rendimiento de la planta y se compuso por las variables rendimiento e IR.

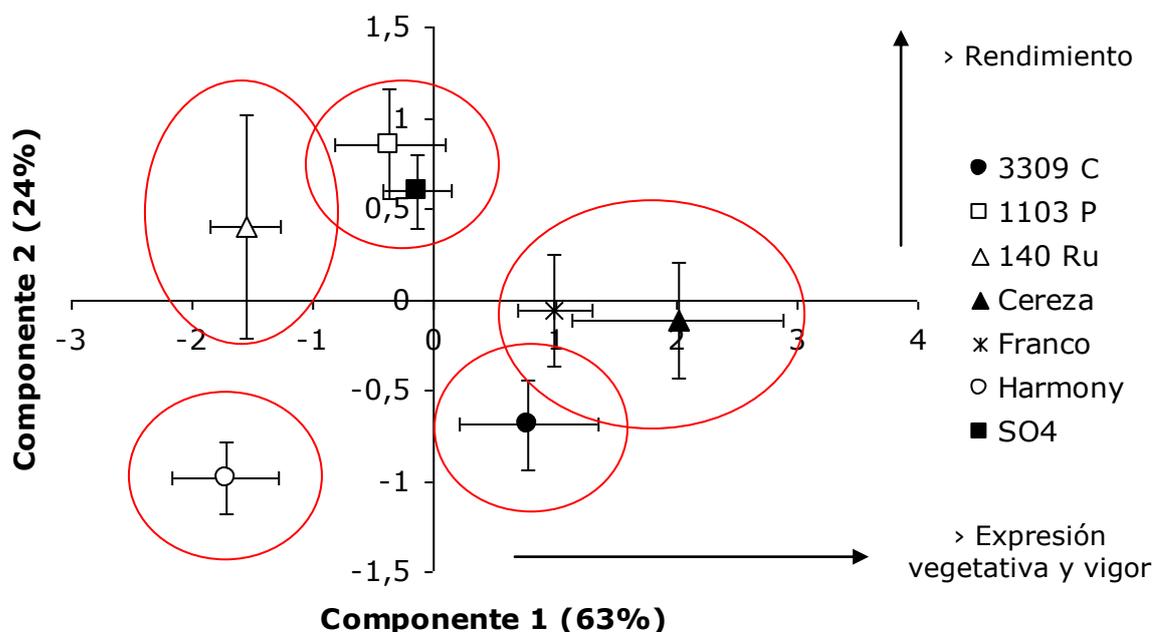


Figura 1: Análisis de componentes principales para las variables vegetativas y reproductivas de Malbec sobre seis portainjertos de vid y a pie Franco. Las flechas indican los principales gradientes. Las barras indican los errores estándares. $n = 6$. Temporada 2006-2007.

Se distinguieron cinco grupos de portainjertos según su comportamiento vegetativo y reproductivo. Franco y Cereza de alta expresión vegetativa y rendimiento promedio, 3309 C de alta expresión vegetativa y rendimiento por debajo del promedio, SO4 y 1103 P de alto rendimiento y expresión vegetativa promedio, 140 Ru de alto rendimiento y baja expresión vegetativa y Harmony de bajo rendimiento y baja expresión vegetativa (Figura 1). Los portainjertos 140 Ru, 1103 P y SO4 tuvieron una mayor tendencia hacia lo reproductivo (mayor IR) y Franco, Cereza y 3309 C hacia lo vegetativo, encontrándose Harmony en una situación intermedia (Tabla 1).

Las diferencias relativas de las variables anteriores, comparando cada portainjerto con pie Franco, muestran que la expresión vegetativa de Cereza fue la única que se encontró por encima (Figura 2). Los portainjertos 1103 P, SO4 y 140 Ru tuvieron mayores rendimientos, dentro de los cuáles, 1103 P y SO4 fueron más vegetativos y 140 Ru tuvo un mayor desarrollo de raíces. Los portainjertos que tuvieron menores rendimientos fueron 3309 C y Harmony, teniendo 3309 C más raíces y siendo Harmony menor en el resto de las variables.

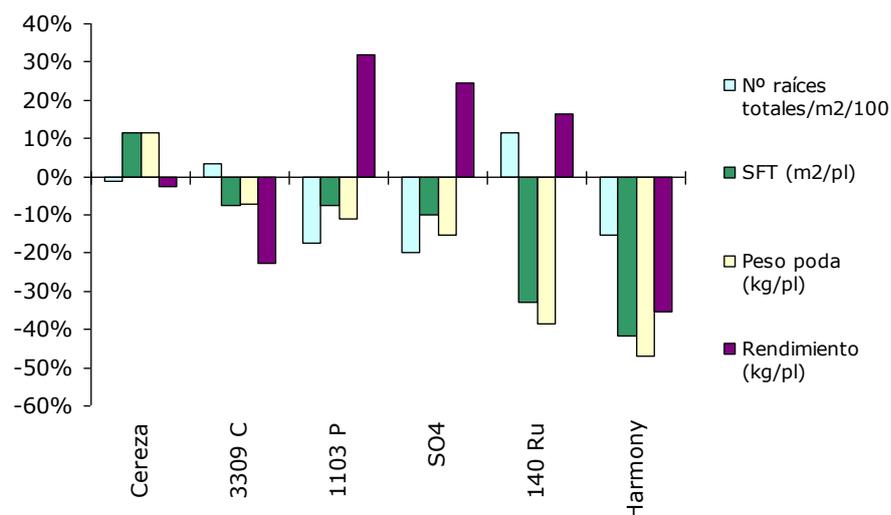


Figura 2: Diferencias relativas de las variables vegetativas y reproductivas de cada portainjerto comprado con pie Franco. n = 6. Temporada 2006-2007.

Los menores rendimientos de Harmony pudieron explicarse por un menor número de brotes por planta (16,5) comparado con 1103 P (20,64) y SO4 (20,14), un menor peso del racimo (90 g) que 1103 P (147 g) y bayas de menor peso (1,75 g) que Cereza (1,96 g). El diámetro promedio de la baya de Franco, Cereza, 1103 P, y SO4 fue mayor que el de Harmony. Las bayas de Cereza fueron mayores que las de 3309 C, 140 Ru y Harmony.

Intercambio gaseoso

Al medir el intercambio gaseoso no se encontraron diferencias en la A_{max} , E y g_s por unidad de superficie (valores promedio: A_{max} : $7,72 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; E: $4,14 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; datos no mostrados). Sí se encontraron diferencias en estas variables cuando fueron expresadas en términos de la planta entera (Tabla 2).

Tabla 2: Fotosíntesis neta máxima (A_{max}) y transpiración (E) de la planta entera de Malbec sobre seis portainjertos de vid y a pie Franco. Zona de bajo vigor. Valores promedio. n = 13. Temporada 2007-2008.

Pie	A_{max} $\mu\text{mol CO}_2 \text{ s}^{-1}$		E $\text{mmol H}_2\text{O s}^{-1}$	
Franco	66,67	a	37,38	a
Cereza	58,07	ab	29,63	abc
3309 C	43,04	ab	24,16	bc
1103 P	59,75	a	31,91	abc
SO4	60,28	a	33,95	ab
140 Ru	42,72	ab	21,15	c
Harmony	33,76	b	19,52	c
Valor p	0,0005		0,0001	

Relaciones hídricas

Potencial hídrico foliar: Cuando se midió la evolución diaria del Ψ_L en el sector de bajo vigor, se observó que plantas injertadas sobre Harmony fueron siempre las más estresadas (Figuras 3). Franco y Cereza en general se comportaron como las menos estresadas.

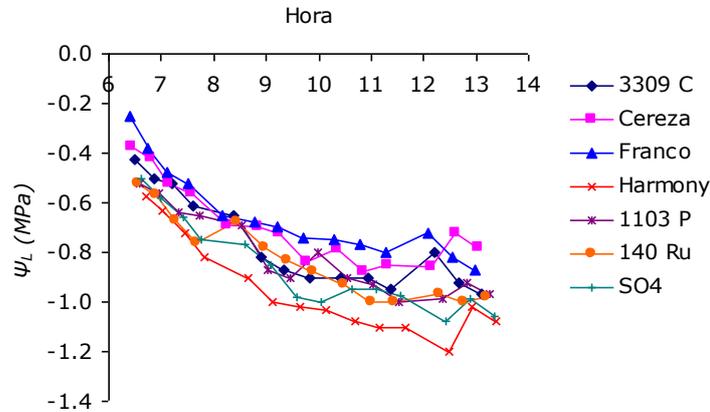


Figura 3: Evolución diaria del potencial hídrico foliar (Ψ_L) de Malbec sobre seis portainjertos de vid y a pie Franco. Zona de bajo vigor, hilera 7.

Eficiencia en el uso del agua: Para analizar la EUA se tuvieron en cuenta los distintos niveles de rendimiento (nivel alto: 1103 P y SO4; medio: 140 Ru, 3309 C, Cereza y Franco, y bajo: Harmony; Figura 4). En el nivel de rendimiento medio se encontraron distintas EUA, siendo 140 Ru y 3309 C más eficientes que Franco y Cereza, ya que, para producir una misma cantidad de uva las primeras transpiraron menos. Considerando todos los niveles 140 Ru, 1103 P, 3309 C y Harmony tuvieron los mayores valores de EUA. Además, se observó que todos los portainjertos híbridos de especies americanas tuvieron una EUA mayor que el pie de *Vitis vinifera* (Cereza y Franco).

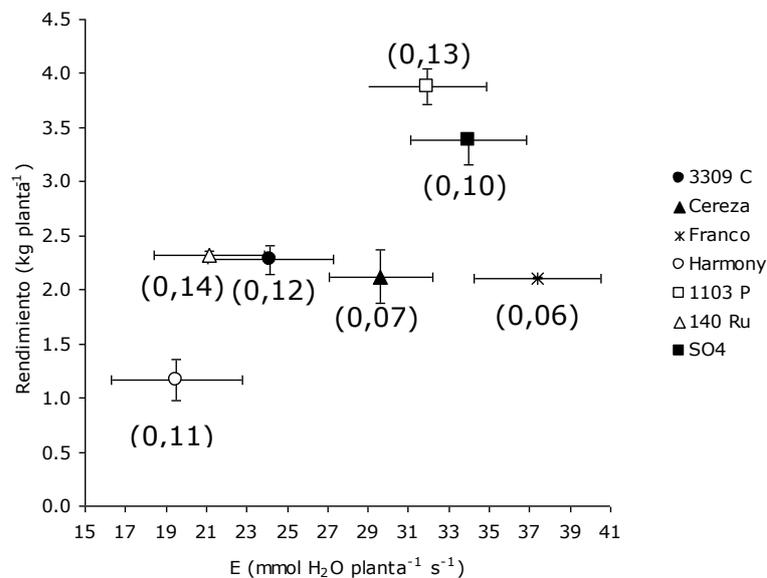


Figura 4: Eficiencia en el uso del agua de Malbec sobre seis portainjertos de vid y a pie Franco. Zona de bajo vigor. Valores promedios. El valor entre paréntesis representa el cociente entre las variables. Las barras indican los errores estándares. n = 13. Temporada 2007-2008.

Conductancia hidráulica de las plantas: La k_L de Harmony fue menor que la de Cereza con una diferencia significativa marginal (valor $p < 0,1$), siendo la k_L del resto de los portainjertos intermedia (Tabla 3). Cuando se calculó la conductancia hidráulica de la planta entera (k_H) se observó que la k_H de Harmony fue menor que la de Franco, Cereza y SO4, el resto de los portainjertos se encontró en una situación intermedia. Se observa que la conductancia de Harmony fue menor independientemente del tamaño de la planta.

Tabla 3: Conductancia hidráulica foliar específica (k_L) y conductancia hidráulica de la planta entera (k_H) de Malbec sobre seis portainjertos de vid y a pie Franco. Valores promedio. $n = 2$. Temporada 2007-2008.

Pie	k_L (mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹ MPa ⁻¹)		k_H (mmol H ₂ O s ⁻¹ MPa ⁻¹)	
Franco	9,38	ab	91,03	a
Cereza	11,85	a	84,49	a
3309 C	6,85	ab	39,37	ab
1103 P	9,28	ab	69,38	ab
SO4	9,60	ab	84,07	a
140 Ru	10,40	ab	50,55	ab
Harmony	5,24	b	26,62	b
Valor p	0,0833		0,0095	

Letras distintas indican diferencias significativas en el test de Tukey para $p < 0,1$ (k_L) y para $p < 0,05$ (k_H).

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las diferencias entre portainjertos en términos de vigor, expresión vegetativa, rendimiento y partición de biomasa entre follaje, uva y raíz coinciden con los resultados obtenidos por diversos autores (Tandonnet y Ollat, 2001; Andrade *et al.*, 2005; Agut *et al.*, 2005; Mattii *et al.*, 2005; Tandonnet *et al.*, 2005) en el sentido que diferentes portainjertos provocan diversas respuestas en cuanto a vigor, expresión vegetativa y producción de uva. Esto reafirmaría la influencia de los portainjertos sobre el comportamiento vegetativo y reproductivo de las plantas.

El portainjerto 140 Ru, al igual que lo comentado por otros autores (Clímaco *et al.*, 1998; Clímaco *et al.*, 1999), se destacó por su equilibrio en términos de producción de uva y peso de poda. Su mayor desarrollo radical, su menor desarrollo vegetativo y su mayor EUA se relacionan con lo observado por varios autores en cuanto a su mejor adaptación a situaciones de sequía (Novello y de Palma, 1997; Clímaco *et al.*, 1998).

Los menores valores de Ψ_L de Harmony con respecto a Cereza y Franco, observados en la zona de bajo vigor, podrían ser explicados por los menores valores de k_L y k_H de Harmony también con respecto a Cereza y Franco, lo cuál corrobora la ley de Darcy. La menor k_L de Harmony, y por consiguiente menor Ψ_L , podría deberse en parte a una menor densidad de raíces. Esto no se cumplió para SO4, el cuál tuvo una baja densidad de raíces pero una elevada k_L , lo cuál indicaría que las diferencias también pueden deberse a variables no analizadas en este estudio como la cantidad y el tamaño de los vasos xilemáticos, como fue propuesto por Giorgessi *et al.*, (1996). Estos autores observaron en un ensayo en macetas con distintas combinaciones de injerto-portainjerto, un menor crecimiento radical del portainjerto SO4, comparado con portainjertos de *Vitis vinifera*,

pero con un número elevado de vasos xilemáticos y de mayor diámetro. Además, los autores sugirieron que si el portainjerto tiene un área xilemática más pequeña que la del injerto, el crecimiento sería reducido; mientras que en el caso contrario, el crecimiento sería favorecido. De esta manera, al igual que lo propuesto por Tandonnet y Ollat, (2001), el sistema radical pudo no ser el único elemento que influyó sobre el desarrollo y la producción de la planta, sino que las diferencias anatómicas de los tejidos vasculares entre el portainjerto y la planta injertada pudieron tener un efecto sobre el vigor conferido.

El menor desarrollo vegetativo de Harmony y el mayor desarrollo de Cereza y Franco podrían relacionarse a sus diferentes valores de k_L , y en consecuencia de Ψ_L . Es decir que *e.g.*, Cereza al mantener un alto Ψ_L , mantuvo una alta turgencia de las células y así, tuvo una mayor expansión foliar, y por lo tanto un mayor desarrollo vegetativo. Esto concuerda con lo comentado por Sadras y Milroy, (1996) en cuanto a la influencia del estado hídrico sobre la expansión foliar y sobre la imposibilidad de separar los aspectos de vigor, expresión vegetativa y rendimiento de los aspectos hídricos (Ollat *et al.*, 2003). A su vez, el mayor desarrollo vegetativo de Cereza y Franco frente a Harmony permitió un mayor tamaño de sus aparatos fotosintéticos ($> A_{max}$ de la planta entera), lo cuál llevó a una mayor producción de fotoasimilados, reflejado en sus mayores valores de PP, SFT, rendimiento y número de raíces totales. Mayores valores de k_L se asociaron a mayores superficies foliares.

La mayor EUA de 140 Ru podría ser explicada por su diferente reparto de biomasa comparado con el resto de los portainjertos, privilegiando el desarrollo radical sobre el desarrollo vegetativo. Esto influyó sobre la economía del agua, ya que al ser una planta más chica la transpiración de la planta entera fue menor, y al tener una mayor densidad de raíces, a una tasa dada de transpiración, el flujo de agua transpirada fue menor (Maseda y Fernández, 2006).

5. BIBLIOGRAFÍA

- AGUT, C.; RODRIGEZ LOVELLE, B.; FABRE, F. 2005. Effect of rootstock on Syrah behaviour. En: International GESCO-Viticulture-Congress, 14, Geisenheim. vol 2, p. 148-154.
- ANDRADE, A.; AIRES, A.; ALMEIDA, C. 2005. Agronomic behaviour of grapevine Fernão Pires on three rootstock, at demarcated region of bairrada, Portugal. En: International GESCO-Viticulture-Congress, 14, Geisenheim. vol 2, p. 134-139.
- ANDREONI, M. 2005. Comportamiento de la variedad Cabernet Sauvignon sobre cinco portainjertos diferentes. En: Ruralis, 2 (7): 28-32.
- CLÍMACO, P.; CHAVES, M. M.; CASTRO, R. 1998. Influence du porte-greffe sur le rendement et sur la réponse écophysiolgique du cépage Periquita. En: International GESCO-Viticulture-Congress, 10, Changins, Suisse. p. 150-156.
- CLÍMACO, P.; CARNEIRO, L. C.; CASTRO, R. 1999. Influence du cépage et du porte-greffe sur le rendement et la qualité du mout. En: Bulletin de l'O.I.V, 76, (823-824): 631-641.
- GIORGESSI, F.; BORTOLIN, C.; SANSONE, L.; GIULIVO, C. 1996. Stock and scion growth relationships in *Vitis vinifera*. En: Acta Horticulturae, 427: 311-317.

- MASEDA, P.; FERNÁNDEZ, R. 2006. Stay wet or else: three ways in which plants can adjust hydraulically to their environment. En: *Journal of Experimental Botany*, 57 (15): 3963-3977.
- MATTI, G. B.; ORLANDINI, S.; CALABRESE, C. E. 2005. Analysis of grape vegeto-productive responses to plant density and rootstock. En: *International GESCO-Viticulture-Congress*, 14, Geisenheim. vol 2, p. 629-634.
- NOVELLO, V.; de PALMA, L. 1997. Genotype, rootstock and irrigation influence on water relations, photosynthesis and water use efficiency in grapevine. En: *Acta Horticulturae*. 449: 467-473.
- OLLAT, N.; TANDONNET, J. P.; BORDENAVE, L.; DECROOCQ, S.; GENY, L.; GAUDILLERE, J. P.; FOUQUET, R.; BARRIEU, F.; HAMDI, S. 2003. La vigueur conférée par le porte-greffe : hypothèses et pistes de recherches. En: *Bulletin de l'O.I.V.*, 76, (869-870): 581-595.
- RODRIGUEZ, J.; GALARRAGA, L.; CAVAGNARO, R.; OCVIRK, M.; MATUS, M. 1998. Evaluación de clones y portainjertos en Mendoza. *UVA* (72): 12-13.
- SADRAS, V. O.; MILROY, S. P. 1996. Soil-water thresholds for the responses of leaf expansion and gas exchange: A review. En: *Field Crops Research*. 47: 253-266.
- SAMPAIO, T.; VASCONCELOS, C. 2005. Optimizing water status, gas-exchange, fruit yield and composition using rootstocks. En: *International GESCO-Viticulture-Congress*, 14, Geisenheim. vol 2, p. 115-118.
- SMART, D.R.; SCHWASS, E.; LAKSO, A.; MORANO, L. 2006. Grapevine rooting patterns: A comprehensive análisis and review. En: *American Journal of Enology and Viticulture*, 57 (1): 89-104.
- TANDONNET, J. P., OLLAT, N. 2001. Etude de l'influence du porte-greffe et de l'intergreffe sur la physiologie de la vigne. En: *Journées GESCO*, 12. Compte rendu. Vol 1. Montpellier. 377-383.
- TANDONNET, J.P., DECROOCQ, S., GAUDILLERE, J.P., FOUQUET, R., OLLAT, N. 2005. Conferred vigour by rootstocks in grapevine: evaluation of some hypothesis. En: *International GESCO-Viticulture-Congress*, 14, Geisenheim. vol 2, p. 120-125.