

Comparación de las respuestas al estrés hídrico y salino de los portainjertos de vid 1103P y 101-14Mgt, injertados con Cabernet Sauvignon

Comparing water deficit and saline stress between 1103P and 101-14Mgt rootstocks, grafted with Cabernet Sauvignon

Claudia Cecilia Lucero ¹, Marina Di Filippo ¹, Hernán Vila ¹, Matías Venier ²

Originales: Recepción: 20/10/2016 - Aceptación: 20/02/2017

Nota científica

RESUMEN

En zonas áridas bajo riego, los viñedos enfrentan condiciones de déficit hídrico y salinidad. Como frecuentemente estos factores de estrés ocurren simultáneamente, es difícil evaluar la gravedad relativa de cada uno de ellos. El objetivo del trabajo fue comparar en forma independiente las respuestas fisiológicas y vegetativas al estrés hídrico y salino de dos portainjertos de vid injertados con Cabernet Sauvignon. Se realizó un experimento en macetas con vides injertadas con Cabernet Sauvignon sobre 1103P y 101-14Mgt. Se aplicaron tres tratamientos: estrés salino (Salino), estrés hídrico (EH) y testigo sin estrés (T). El Ψ foliar a mediodía fue -1,3 MPa en Salino y EH, y -0,9 MPa en T. Luego de 54 días, Salino afectó menos el área foliar (AF) y la longitud de brotes (LB) que EH. El AF disminuyó 53% en Salino, mientras que en EH se redujo 78% respecto de T. La LB disminuyó 68% en Salino y 83% en EH. La biomasa total no presentó diferencias entre los dos tipos de estrés, disminuyendo ambos un 52% respecto de T, pero la partición de asimilados a los distintos órganos fue distinta. Salino acumuló más biomasa en parte aérea y EH en raíz. Aunque la conductancia estomática se redujo de manera similar en ambos tratamientos de estrés (-41% respecto del T) se encontró una interacción entre tipo de estrés y portainjerto para la fotosíntesis neta. Las plantas injertadas sobre 1103P acumularon un 21% menos de Na^+ que las injertadas sobre 101-14Mgt. A pesar que el comportamiento de las plantas Cabernet Sauvignon injertadas fue similar para ambos portainjertos, la mayor exclusión de 1103P lo hace más propicio ante situaciones de salinidad.

Palabras clave

Vitis vinifera L. • tolerancia a sales • déficit hídrico • 1103P, 101-14Mgt

1 INTA EEA Mendoza, San Martín 3853, Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina.
lucero.claudia@inta.gob.ar

2 Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Agrarias. Cátedra
Química Agrícola. Alte. Brown 500. Chacras de Coria. Mendoza. Argentina.
M5528AHB.

ABSTRACT

In arid regions under irrigation, vineyards often face water deficit and salinity. As these stressors often occur simultaneously, it is difficult to assess their individual relative severity. The aim of this work was to independently study the physiological responses of grapevine to salinity and water deficit, in order to understand and compare their effects. A pot trial was designed, grafting Cabernet Sauvignon onto 1103P and 101-14 Mgt. Three treatments were evaluated: saline irrigation (Salino; 80 mM ClNa and field capacity), water stress (EH; 0,4 fraction of soil transpirable water and 2 mM NaCl) and a control (T; without any stress factors, field capacity and 2mM NaCl). After 54 days, Salino showed smaller effect on leaf area (AF) and shoot length than EH. AF diminished 53% for Salino, while for EH, AF was reduced in a 78% with respect to T. Shoot length diminished 68% for Salino and 83% for EH. Total biomass did not show any difference between both stresses, falling 52% for both situations. However, regarding the biomass partitioning, Salino had higher canopy dry weight while EH showed higher root dry weight. Midday leaf water potential was -1,3 MPa for Salino and EH and -0,9 MPa for T. Although stomatal conductance was similarly reduced for both stress treatments (-41% compared to T), with no differences between rootstocks; an interaction was found between the type of stress and rootstock for net photosynthesis. Finally, 1103P showed a higher Na⁺ exclusion power than 101-14Mgt (accumulating 21% less Na⁺ in the plant). Even though the behavior of the Cabernet sauvignon scion was similar for both rootstocks, the higher exclusion that 1103P showed may indicate possible better performances upon salinity.

Keywords

Vitis vinifera L. • salinity tolerance • water deficit • 1103P, 101-14Mgt

INTRODUCCIÓN

La salinidad es uno de los factores estresantes que más daño causa a los cultivos. Se estima que el 20% del área irrigada mundial sufre este problema (9).

La región oeste de Argentina representa un caso típico, donde los cultivos sufren frecuentemente déficit hídrico y salinidad debido a la aridez del clima y la baja disponibilidad hídrica.

La concentración de sales en la rizósfera produce daños en las plantas en función del tiempo de exposición, del tipo de iones y del genotipo (23).

El aumento de sales en el suelo, disminuye el potencial agua edáfico (por

una disminución del potencial osmótico), lo que dificulta la absorción de agua por parte de las raíces, provocando estrés hídrico. Cuando la exposición a sales continúa, la planta también experimenta un estrés tóxico (o iónico) debido a la alta concentración de iones como Na⁺ o Cl⁻ en sus tejidos.

La salinidad también produce una disminución del potencial hídrico foliar (Ψ_L), de la conductancia estomática (g_s) y de la fotosíntesis neta (A) (4, 13, 33), como también alteraciones en la síntesis de proteínas y en la actividad enzimática (23).

Por otra parte, el estrés hídrico también provoca una caída del Ψ_p , el cual combinado con señales químicas (*e.g.*, síntesis de ABA) y físicas (*e.g.*, disminución de la conductividad del xilema) provocan el cierre estomático, limitando la fotosíntesis (4, 5, 13).

La vid, cultivo perenne de gran importancia en la región oeste de Argentina, es considerada como moderadamente sensible a salinidad; ya que su producción de frutos comienza a disminuir con conductividades eléctricas superiores a $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ en la pasta de saturación del suelo (20).

En cuanto a su respuesta al estrés hídrico, es considerada como una planta tolerante a la sequía que se adapta bien al clima semiárido (5).

Existen trabajos en vid que muestran que el estrés hídrico afecta más el crecimiento que el salino, aunque ambos presentan semejanzas en la expresión génica y síntesis de metabolitos (6, 32). Sin embargo, estos autores no estudiaron otras respuestas fisiológicas (*e.g.* fotosíntesis, transpiración, partición de asimilados a los distintos órganos) a niveles equiparables de potencial agua en la planta. Estas respuestas podrían dilucidar semejanzas y diferencias importantes entre estos factores de estrés.

Por otro lado, en estos trabajos tampoco fueron evaluados distintos portainjertos que podrían mostrar un comportamiento diferencial.

En la viticultura mundial se encuentra difundido el uso de portainjertos debido a su tolerancia a factores bióticos, como es el ataque de filoxera y nemátodos; como también a ambientes adversos.

Los portainjertos más vendidos actualmente en la provincia de Mendoza en variedades de vinificar son 1103P y 101-14Mgt (comunicación personal, fuente Vivero comercial, 2014).

El portainjerto 1103P fue obtenido a partir del cruzamiento de *V. berlandieri* x *V. rupestris*, ha sido calificado en varios trabajos por transferir al injerto un vigor medio a alto (14, 17).

Por otro lado, el portainjerto 101-14Mgt, creado por Millerdet y De Grasset mediante el cruzamiento de *V. riparia* y *V. rupestris*, es considerado como inductor de un vigor moderado al injerto (17).

La posible disminución en la provisión de agua a los cultivos debido al cambio climático y la disminución en cantidad y calidad en algunos recursos hídricos generan la necesidad de buscar portainjertos más tolerantes a sequía y salinidad.

Existen diversas evaluaciones de los portainjertos frente a déficit hídrico, algunas basadas en la respuesta del crecimiento (2, 18, 21, 37), otras en función de variables fisiológicas como el intercambio gaseoso (3, 16, 25, 28), estado hídrico de la planta (8, 16, 25, 37).

El portainjerto 1103P, se ha comportado como tolerante a condiciones de déficit hídrico en varios trabajos (2, 3, 8, 18), pero no en otros (21). También existen antecedentes donde se presentan a los portainjertos con distintos grados de tolerancia a la sal.

Se sabe que los mecanismos relacionados en forma directa con el funcionamiento de la raíz como la capacidad de exclusión, compartimentalización de iones tóxicos en la vacuola y vigor conferido tienen un rol clave en su comportamiento frente a estrés salino (35).

Hay evidencias que muestran que algunos portainjertos tienen la habilidad de restringir la entrada de Cl⁻ y el consecuente transporte a los sarmientos por el xilema (7, 12, 15, 22, 29, 34, 35, 36).

Di Filippo *et al.* (2012), observaron que vides de cv. Malbec a pie franco e injertadas sobre 1103P presentaron

mayor tolerancia a sales que las injertadas sobre cv. Cereza y 101-14Mgt, analizando variables como poder de exclusión, superficie foliar y biomasa. Este mejor comportamiento de plantas injertadas sobre 1103P con respecto a 101-14Mgt coincide con lo expuesto por Keller (2010), el cual identifica 1103P dentro del grupo de alta tolerancia a sales y a 101-14Mgt como de tolerancia media.

Si bien en la bibliografía se han identificado algunos portainjertos como más tolerantes a sales o a déficit hídrico, la experiencia local es escasa y resulta importante evaluar combinaciones injerto-portainjerto de interés para Argentina.

Objetivo

Comparar en forma independiente las respuestas fisiológicas y vegetativas al estrés hídrico y salino de dos portainjertos de vid injertados con Cabernet Sauvignon. Lo que se pretende poner a prueba en este trabajo, es que el estrés hídrico y salino aplicados con igual intensidad afectan diferente las variables fisiológicas de plantas vid, como también la partición de asimilados a los distintos órganos. Además los portainjertos propuestos se comportan diferente respecto de la exclusión de solutos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó durante el ciclo vegetativo 2012-13 en un invernáculo ubicado en la Estación Agropecuaria del INTA Mendoza, Luján de Cuyo (33°S, 68°O; 924 m s. n. m.) con una temperatura media diaria de 26,6°C, 40% de humedad relativa media y con un flujo de fotones fotosintéticamente activos máximo de 1300 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Se realizó un experimento en macetas con vides Cabernet Sauvignon injertadas sobre dos portainjertos (1103P y 101-14Mgt). Los tratamientos de estrés fueron: riego salino (Salino; se regó con una solución de 80 mM NaCl con CE 8,5 dS m^{-1} , manteniendo el suelo a capacidad de campo), estrés hídrico (EH; se mantuvo el suelo con 0,4 de fracción de agua edáfica transpirable, regando con agua del río Mendoza con 2 mM NaCl y CE 1,5 dS m^{-1}) y un testigo (T) sin factores de estrés (suelo a capacidad de campo, con agua del río Mendoza con 2 mM NaCl y CE 1,5 dS m^{-1}). Las vides se plantaron en macetas cilíndricas de 20 cm de diámetro por 60 cm de largo, con arena fina como sustrato.

En el tratamiento Salino se decidió utilizar una concentración de 80 mM de NaCl, debido a que es una salinidad alta (8,5 dS m^{-1}) pero no tan elevada como para provocar la pérdida rápida del material biológico por desfoliación, necrosis o muerte de plantas. Para el tratamiento de EH se definió el nivel de estrés hídrico necesario para igualar el potencial hídrico de las plantas con estrés salino (80 mM NaCl) en un ensayo previo (datos no presentados).

Las plantas utilizadas se obtuvieron por injerto omega, un año antes. En los tratamientos T y Salino el riego fue aplicado mediante un sistema de riego que recirculaba el agua de drenaje de las macetas en un circuito cerrado, evitando cualquier nivel de estrés hídrico.

La duración del ensayo fue de 54 días (06/12/12 al 29/01/13) con el objeto de evitar pérdida de material vegetal.

Para aclimatar las plantas en Salino, se realizó una salinización gradual, aumentando cada semana 25 mM NaCl en el agua de riego. A los 7 días se aumentó a 50 mM y a los 15 días se llegó a una concentración de 80 mM NaCl.

Por otro lado, en 4 días sin riego se logró que el tratamiento EH llegara a 0,4 de fracción de agua edáfica transpirable. En las macetas de los tratamientos de EH y T se midió la humedad del suelo (θ) mediante un sensor ECH20 EC-5 (Decagon Devices), el cual utiliza la constante dieléctrica del suelo. En las macetas de EH se repuso diariamente el agua transpirada para mantener el umbral definido.

Durante el ensayo se evaluó semanalmente el potencial hídrico foliar de mediodía (Ψ_L) con cámara de presión (4P, Biocontrol, Buenos Aires, Argentina), desde 12.00 a 12.40 h.

Al finalizar el ensayo se evaluaron otras variables como fotosíntesis neta (A), conductancia estomática (g_s), área foliar (AF), longitud de brotes (LB), profundidad máxima de raíces, biomasa de la planta entera como peso seco (C_{planta}), biomasa aérea y radical, potencial osmótico en hoja ($\Psi_{\pi H}$), contenido total de Na^+ y Cl^- en la planta.

La A y g_s de las plantas se midieron en una hoja desarrollada y expuesta a la luz ubicada en la parte media del brote, durante un día soleado desde las 10.00 a 11.00 h. Esta medición se realizó mediante un analizador de gases por infra-rojo de circuito abierto (CIRAS-2, PP Systems, Hertfordshire, R.U.), con una cubeta universal de hoja, con un área de 2,5 cm² (PLC6 (U), CRS121, PPSsystems, Hertfordshire, R.U.). El AF de las plantas se estimó a través de la relación obtenida entre el peso fresco de las hojas (P; g) y el área foliar escaneada de las mismas (cm²). Esta regresión fue:

$$\text{AF (cm}^2\text{)} = 41,563 * P + 83,212; ^2: 0,92; p < 0,0001.$$

La LB se obtuvo mediante la sumatoria de la longitud del brote principal y las feminelas. El peso seco de hojas, tallo y

raíz se determinó luego de deshidratar estas partes de la planta en una estufa con aire forzado a 65°C hasta peso constante.

El $\Psi_{\pi H}$ se midió en hojas desarrolladas durante la aplicación de los tratamientos de estrés, las cuales se congelaron con nitrógeno líquido para destruir sus células y extraer por presión el extracto necesario para su medición en un osmómetro Vapro (Wescor, USA).

Los contenidos de los iones Na^+ y Cl^- se midieron en extractos de los tejidos deshidratados en estufa. Para determinar el Na^+ se realizó extractos clorhídricos con una relación de extracción de 1:50 y se midió por fotometría de llama (11, 26). Los contenidos de Cl^- se evaluaron por volumetría en un extracto acuoso (1:100), según el método de Mohr (11, 26) utilizando una solución de nitrato de plata de concentración conocida y cromato de potasio como indicador. A partir de estos valores con el peso seco de las plantas se calcularon los contenidos totales.

El diseño del experimento fue factorial completamente al azar donde se evaluaron dos tratamientos para el factor portainjerto, y tres para los tipos de estrés, con cuatro repeticiones, dando un total de 24 plantas.

Se analizó la interacción entre los portainjertos y los tratamientos de déficit hídrico y salinidad para las distintas variables medidas mediante el análisis de la varianza (ANOVA), previa verificación de los supuestos (normalidad y homocedasticidad). En los casos que no hubo interacción, se compararon los tratamientos con la prueba de Tukey, con una confianza del 95%.

En los casos en que no se cumplieron los supuestos del ANOVA, homocedasticidad (por Prueba de Levene) y normalidad (por Shapiro-Wilks), se transformaron los datos (si aún así no se cumplieron los supuestos se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis).

Los análisis se realizaron con el programa InfoStat versión 2012 (FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de 15 días de aplicados los tratamientos, una vez que los tratamientos de estrés alcanzaron los niveles de restricción establecidos, se observaron diferencias en el Ψ_L con respecto al T.

En la etapa final del ensayo (16/01/13) el valor promedio del Ψ_L en los tratamientos de estrés fue de -1,3 MPa mientras que en T fue de -0,9 MPa, sin diferencias entre portainjertos (tabla 1, pág. 39). Salino y EH redujeron la g_s de las plantas de manera similar (-41% respecto del T).

La fotosíntesis neta mostró una interacción entre los tipos de estrés y el portainjerto (figura 1, pág. 40). Ambos tipos de estrés afectaron la A de las plantas, pero en EH solo fueron afectadas las plantas injertadas sobre 1103P (aunque los valores de A fueron similares en ambos portainjertos). En Salino, los valores de A también fueron similares para ambos portainjertos pero la afectación fue mayor en 1103P (con respecto a su T).

Otros autores también observaron que la g_s y la fotosíntesis disminuían con estrés salino o hídrico (4, 5, 13, 33).

En este trabajo los portainjertos no influyeron en la g_s , coincidiendo con algunos autores (18), pero no con otros (12, 16); lo cual puede deberse a otras condiciones experimentales o a diferentes portainjertos analizados.

El potencial osmótico de las hojas ($\Psi_{\pi H}$) no presentó diferencias entre portainjertos pero sí entre tratamientos (tabla 1, pág. 39).

El tratamiento Salino disminuyó el $\Psi_{\pi H}$ un 27% con respecto a las plantas sin

estrés, mientras que el DH se comportó de manera intermedia. Al igual que lo evidenciado en este trabajo, otros autores observaron que tanto el estrés hídrico como el salino inducían ajuste osmótico en vid (22).

El mayor ajuste osmótico observado en Salino confirma la hipótesis que los estrés hídrico y salino aplicados con igual intensidad afectan diferente a variables fisiológicas de las plantas. Este mayor ajuste podría deberse a una mayor acumulación de iones tóxicos en las vacuolas de las células. La contribución de los iones al ajuste osmótico fue observado por otros autores en plantas halófitas (27).

Al finalizar el ensayo la longitud de brotes (LB), área foliar total (AF), y biomasa aérea y radical, presentaron diferencias entre los tratamientos pero no entre portainjertos (tabla 1, pág. 39).

El tratamiento salino afectó menos el AF y la LB respecto del EH. El AF disminuyó un 53% en Salino, mientras que en EH se redujo un 78% con respecto a T. LB disminuyó un 68% en Salino y un 83% en EH.

La biomasa total (C_{planta}) no presentó diferencias entre los dos tipos de estrés, disminuyendo ambos un 52% respecto del T. No obstante, la partición de asimilados a los distintos órganos fue distinta. Mientras que la biomasa aérea fue menor en EH, la biomasa de la raíz fue menor en Salino (figura 2, pág. 40). Debido a esto, la relación $C_{\text{raíz}}/C_{\text{aéreo}}$ de plantas sometidas a EH fue mayor que las del T.

En cambio, Salino si bien disminuyó su C_{planta} no cambió su partición respecto de T. A diferencia de lo observado en esta investigación, otros autores vieron que la salinidad alteraba la partición de asimilados a los distintos órganos, debido a una disminución más que proporcional de la parte aérea (12, 31).

Tabla 1. Potencial hídrico foliar de mediodía (Ψ_L), fotosíntesis neta (A), potencial osmótico de la hoja ($\Psi_{\pi,H}$), conductancia estomática (g_s), longitud de brote (LB), área foliar (AF), biomasa de planta (C_{planta}), relación $C_{raiz}/C_{aérea}$, contenido de Na⁺ y Cl⁻ en plantas de Cabernet Sauvignon sobre dos portainjertos (1103P y 101-14Mgt), luego de 54 días con estrés hídrico (EH), salino (Salino) y sin estrés (T).

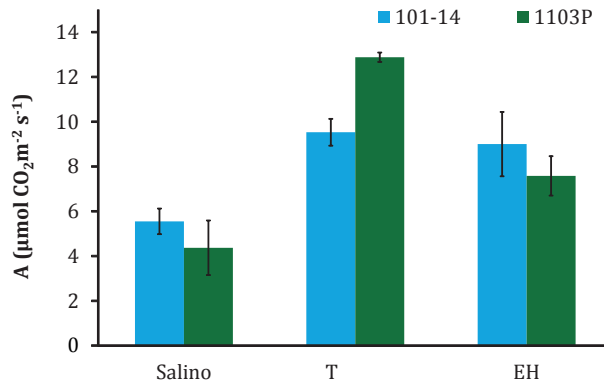
Table 1. Midday leaf water potential (Ψ_L), net photosynthesis (A), leaf osmotic potential ($\Psi_{\pi,H}$), stomatal conductance (g_s), shoot length (LB), leaf area (AF), plant biomass (C_{planta}), root vs. canopy biomass partitioning ($C_{raiz}/C_{aérea}$), and contents of Na⁺ and Cl⁻ in Cabernet Sauvignon on two rootstocks (1103P and 101-14Mgt), after 54 days under water stress (EH), saline stress (Salino) and a control (T).

	Variables fisiológicas			Variables vegetativas				Contenidos iónicos		
	Ψ_L (Mpa)	A $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	g_s mmol H ₂ O $\text{m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\Psi_{\pi,H}$ (Mpa)	LB* (m)	AF (m ²)	C_{planta} (g)	$C_{raiz}/C_{aérea}$	Na ⁺ Planta (mg)	Cl ⁻ Planta (mg)
Portainjertos										
1103P	-1,1	8,3	339	-2,1	6,22	0,9	229	0,9	537 a	1132
101-14Mgt	-1,2	8,0	292	-2,1	6,41	0,9	225	0,8	676 b	1098
Valor p	ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,0273	ns
Tratamiento										
EH	-1,3 a	8,3	227 a	-2,1 ab	2,17 a	0,4 a	161 a	1,5 b	358 a	719 a
Salino	-1,3 a	5,0	285 a	-2,3 a	4,02 b	0,8 b	170 a	0,5 a	987 b	1809 b
T	-0,9 b	11,2	434 b	-1,8 b	12,75 c	1,6 c	349 b	0,5 a	474 a	818 a
Valor p	0,0001		0,0032	0,036	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Valor p P x T	ns	0,0246	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Letras distintas indican diferencias significativas en el test de Tukey para $p < 0,05$.

Different letters indicate differences at $p < 0.005$ for the Tukey test.

* Se utilizó análisis no paramétrico de Kruskal Wallis. / * Nonparametric Kruskal Wallis analysis was used.



Las barras indican el error estándar, n = 4. / Bars indicate standard error, n = 4.

Figura 1. Fotosíntesis neta (A) en hojas de plantas de Cabernet Sauvignon sobre dos portainjertos (1103P y 101-14Mgt) sometidas a salinidad (Salino), estrés hídrico (EH) y sin estrés (T).

Figure 1. Net photosynthesis (A) in leaves of Cabernet Sauvignon on two rootstocks (1103P and 101-14Mgt) subjected to salinity (Salino), water deficit (EH) and unstressed control (T).

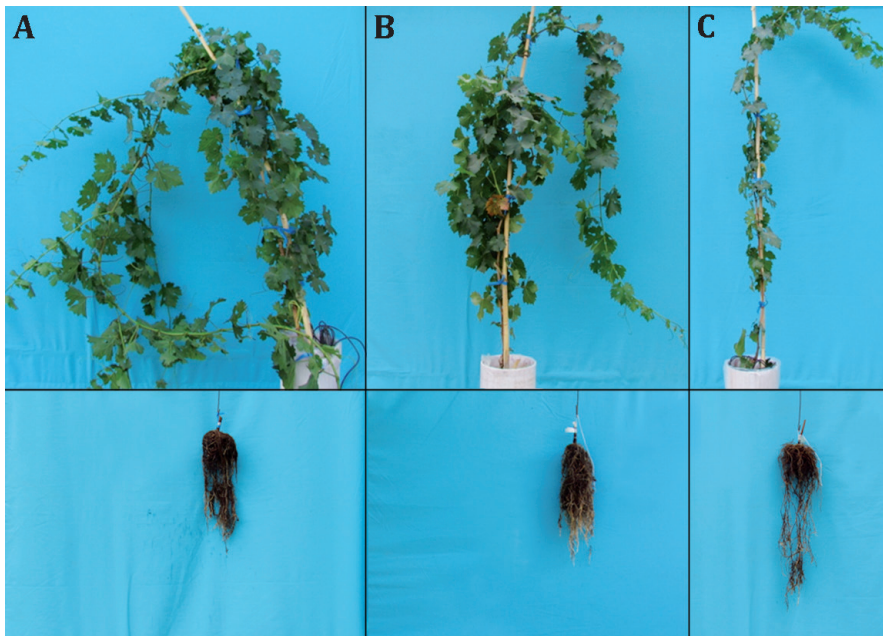


Figura 2. Plantas de Cabernet Sauvignon sobre el portainjerto 1103P sin condiciones de estrés (A), sometidas a salinidad (B) y a déficit hídrico (C).

Figure 2. Cabernet Sauvignon on 1103P grown without stress conditions (A), subjected to salinity (B) and under water deficit (C).

Con respecto al EH, la mayor relación $C_{raiz}/C_{aéreo}$ respecto del T coincidió con lo observado por otros (1, 10, 30). En este trabajo, la disminución equiparable de Ψ_L se asoció con una disminución también equiparable de biomasa en los dos tipos de estrés. Esto hace pensar que en Salino ocurrió, sobre todo, un efecto osmótico.

La falta de síntomas de toxicidad en Salino avala esta conjetura, lo cual concuerda con las ideas establecidas que el efecto osmótico precede al tóxico, y que ambas se encuentran separadas en el tiempo (24).

Al analizar los contenidos totales de iones Na^+ ingresados a la planta se observaron diferencias entre tratamientos y portainjertos. El tratamiento Salino aumentó el contenido de Na^+ en la planta un 137% con respecto T y EH (tabla 1, pág. 39).

Las plantas injertadas sobre 1103P acumularon un 21% menos de Na^+ que las injertadas sobre 101-14Mgt. Esto indicaría que 1103P posee un mayor poder de exclusión. Este fenómeno también fue observado por otros autores (7, 35, 36).

El tratamiento salino aumentó la concentración de Cl^- en todos los órganos de la planta, pero no hubo diferencias en la acumulación de este anión entre portainjertos. Este resultado contradice lo observado en otras investigaciones que muestran un mayor poder de exclusión de Cl^- en 1103P con respecto a otros portainjertos (7, 35, 36). A pesar de que el portainjerto 1103P pudo excluir más el

Na^+ que el 101-14Mgt, este no se asoció con diferencias en biomasa, como tampoco con síntomas de toxicidad. Esto evidencia que 101-14Mgt podría considerarse como un portainjerto medianamente adecuado para salinidad. En otros estudios también se observó que 101-14Mgt presentaba un buen comportamiento bajo condiciones salinas (19).

CONCLUSIONES

En este estudio preliminar, se puede concluir que ambos tipos de estrés reducen en forma semejante la biomasa de la planta entera, aunque la partición es diferente. El estrés hídrico afecta más la acumulación de biomasa de la parte aérea y el estrés salino el de la raíz, a un mismo nivel de potencial hídrico foliar.

El estrés hídrico disminuye más la longitud de brotes y la superficie foliar que el estrés salino a un mismo nivel de potencial hídrico foliar.

El estrés salino provoca un mayor ajuste osmótico en las hojas que el estrés hídrico a un mismo nivel de potencial hídrico foliar.

A pesar que el comportamiento de plantas de Cabernet Sauvignon injertadas sobre 1103P fue similar a 101-14Mgt, la mayor exclusión de iones tóxicos en 1103P lo hace más propicio ante situaciones de salinidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alsina, M. M.; Smart, D. R.; Bauerle, T.; De Herralde, F.; Biel, C.; Stockert, C.; Negron, C.; Save, R. 2011. Seasonal changes of whole root system conductance by a drought-tolerant grape root system. *Journal of Experimental Botany*. 62(1): 99-109.
2. Bauerle, T. L.; Smart, D. R.; Bauerle, W. L.; Stockert, C.; Eissenstat, D. M. 2008. Root foraging in response to heterogeneous soil moisture in two grapevines that differ in potential growth rate. *New Phytologist*. 179(3): 857-866.
3. Carbonneau, A. 1985. The early selection of grapevine rootstocks for resistance to drought conditions. *American J. Enol. Vitic.* 36(3): 195-198.
4. Chaves, M. M.; Flexas, J.; Pinheiro, C. 2009. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Annals of botany*. 103(4): 551-560.
5. Chaves, M. M.; Zarrouk, O.; Francisco, R.; Costa, J. M.; Santos, T.; Regalado, A. P.; Rodrigues, M. L.; Lopes, C. M. 2010. Grapevine under deficit irrigation: hints from physiological and molecular data. *Annals of botany*. 105(5): 661-676.
6. Cramer, G. R.; Ergül, A.; Grimplet, J.; Tillett, R. L.; Tattersall, E. A. R.; Bohlman, M. C.; Vincent, D.; Sonderegger, J.; Evans, J.; Osborne, C.; Quilici, D.; Schlauch, K. A.; Schooley, D. A.; Cushman, J. C. 2007. Water and salinity stress in grapevines: early and late changes in transcript and metabolite profiles. *Funct. Integr. Genomics*. 7: 111-134.
7. Di Filippo, M.; Venier, M.; Filippini, M. F.; Vila, H. 2012. Tolerancia a estrés salino de algunos portainjertos de vid combinados con la cv Malbec. *Actas de las VI Jornadas de actualización en riego y fertirriego*, 7, 8 y 9 Noviembre de 2012, Mendoza, Argentina.
8. Ezzahouani, A.; Williams, L. E. 1995. The influence of rootstock on leaf water potential, yield, and berry composition of Ruby Seedless grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 4: 559-563.
9. FAO. 2008. Land and plant nutrition management service. Available en: <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush>.
10. Fernández, M. E.; Passera, C. B.; Cony, M. A. 2016. Sapling growth, water status and survival of two native shrubs from the Monte Desert, Mendoza, Argentina, under different preconditioning treatments. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina*. 48(1): 33-47.
11. Filippini, M. F.; Bermejillo, A.; Marti, L.; Troilo, S. 1997. Composición mineral de las plantas cultivadas. *Guía de Trabajos Prácticos de la Cátedra de Química Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias*. 56 p.
12. Fisarakis, I.; Chartzoulakis, K.; Stavarakas, D. 2001. Response of Sultana vines (*V. vinifera* L.) on six rootstocks to NaCl salinity exposure and recovery. *Agricultural Water Management*. 51: 13-27.
13. Flexas, J.; Bota, J.; Loreto, F.; Cornic, G.; Sharkey, T. D. 2004. Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. *Plant Biology*. 6(3): 269-279.
14. Hardie, W. J.; Ciriaco, R. M. 2000. Grapevine rootstocks. En: Coombe, B.G.; Dry, P. R. *Viticulture*. Adelaide: Winetitles. Volumen. 1: 154-176.
15. Hepaksoy, S.; Ben-Asher, J.; De Malach, Y.; David, I.; Sagih, M.; Bravdo, B. 2006. Grapevine irrigation with saline water: Effect of rootstocks on quality and yield of Cabernet Sauvignon. *Journal of plant nutrition*. 29(5): 783-795.
16. Iacono, F.; Buccella, A.; Peterlunger, E. 1998. Water stress and rootstock influence on leaf gas exchange of grafted and ungrafted grapevines. *Scientia Horticulturae*. 75(1): 27-39.
17. Keller, M. 2010. *The science of grapevines. Anatomy and physiology*. Academic press, Elsevier, Burlington USA: 210-213.
18. Koundouras, S.; Tsialtas, I. T.; Zioziou, E.; Nikolaou, N. 2008. Rootstock effects on the adaptive strategies of grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet-Sauvignon) under contrasting water status: Leaf physiological and structural responses. *Agriculture, ecosystems & environment*: 128(1): 86-96.

19. Martín, L.; Vila H. 2013. Evaluación de tolerancia al NaCl en cultivares viníferas y portainjertos híbridos del género *Vitis*. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. 45(2): 165-180.
20. Mass, E. V.; Hoffman, G. F. 1977. Crop salt tolerant. Current assessment. ASCE Journal of Irrigation and Drainage Division. 103: 116-134.
21. McCarthy, M. G.; Cirami, R. M.; Furkaliev, D. G. 1997. Rootstock response of Shiraz (*Vitis vinifera*) grapevines to dry and drip-irrigated conditions. Australian Journal of Grape and Wine Research. 3(2): 95-98.
22. Meggio, F.; Prinsi, B.; Negri, A. S.; Simone Di Lorenzo, G.; Lucchini, G.; Pitacco, A.; Espen, L. 2014. Biochemical and physiological responses of two grapevine rootstock genotypes to drought and salt treatments. Australian Journal of Grape and Wine Research. 20(2): 310-323.
23. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment, 25: 239-250.
24. Munns, R.; Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. The Annual Review of Plant Biology: 59, 651-681.
25. Padgett-Johnson, M.; Williams, L. E.; Walker, M. A. 2003. Vine water relations, gas exchange, and vegetative growth of seventeen *Vitis* species grown under irrigated and nonirrigated conditions in California. Journal of the American Society for Horticultural Science. 128(2): 269-276.
26. Sadzawka, A.; Grez, R.; Carrasco, M. A.; Mora, M. L. 2004. Métodos de Análisis de tejidos vegetales Santiago, Chile.
27. Silveira, J. A. G.; Araújo, S. A. M.; Lima, J. P. M. S.; Viégas, R. A. 2009. Roots and leaves display contrasting osmotic adjustment mechanisms in response to NaCl-salinity in *Atriplex nummularia*. Environmental and Experimental Botany. 66(1): 1-8.
28. Soar, C. J.; Dry, P. R.; Loveys, B. R. 2006. Scion photosynthesis and leaf gas exchange in *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz: mediation of rootstock effects via xylem sap ABA. Australian Journal of Grape and Wine Research. 12(2): 82-96.
29. Tregaele, J. M.; Tisdall, J. M.; Tester, M.; Walker, R. R. 2010. Cl-uptake, transport and accumulation in grapevine rootstocks of differing capacity for Cl-exclusion. Functional Plant Biology. 37(7): 665-673.
30. Vila, H. F. 2012. Tesis presentada para el grado de Doctor en Biología. Posgrado en Biología Probiol, UNCuyo, Mendoza, Argentina.
31. Upreti, K. K.; Murti, G. S. R. 2010. Response of grape rootstocks to salinity: changes in root growth, polyamines and abscisic acid. Biologia Plantarum. 54(4): 730-734.
32. Vincent, D.; Ergül, A.; Bohlman, M. C.; Tattersall, E. A. R.; Tillet, R. L.; Wheatley, M. D.; Cramer, G. R. 2007. Proteomic analysis reveals differences between *Vitis vinifera* L. cv. Chardonnay and cv. Cabernet Sauvignon and their responses to water deficit and salinity. Journal of Experimental Botany. 58(7): 1873-1892.
33. Walker, R. R.; Törökfalvy, E.; Scott N. S.; Kriedemann, P. E. 1981. An analysis of photosynthetic response to salt treatment in *Vitis vinifera*. Australian J. Plant Physiology. 8: 359-374.
34. Walker, R. R.; Blackmore, D. H.; Clingeleffer, P. R.; Correll, R. L. 2002. Rootstock effects on salt tolerance of irrigated field-grown grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. Sultana). 1. Yield and vigour inter-relationships. Australian Journal of Grape and Wine Research. 8(1): 3-14.
35. Walker, R. R.; Blackmore, D. H.; Clingeleffer, P. R.; Correll, R. L. 2004. Rootstocks effects on salt tolerance of irrigated field-grown grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. Sultana). 2. Ion concentrations in leaves and juice. Australian Journal of Grape and Wine Research. 10(2): 90-99.
36. Walker, R. R.; Blackmore, D. H.; Clingeleffer, P. R. 2010. Impact of rootstock on yield and ion concentrations in petioles, juice and wine of Shiraz and Chardonnay in different viticultural environments with different irrigation water salinity. Australian Journal of Grape and Wine Research. 16(1): 243-257.
37. Williams, L. E. 2010. Interaction of rootstock and applied water amounts at various fractions of estimated evapotranspiration (ETc) on productivity of Cabernet Sauvignon. Australian Journal of Grape and Wine Research. 16: 434-444.