

EVALUACIÓN DE PORTAINJERTOS PARA LA VARIEDAD DE VID SAUVIGNON BLANC EN LA REGIÓN MAR Y SIERRAS (PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

Carlos Alberto Godoy^{1*}, Olga Marcellán¹, Benjamín Altamirano¹ y Andrea Irigoyen^{1,2}

¹ Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrarias

² Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CIC)

*E-mail: carlosgodoy@mdp.edu.ar

Recibido: 05/07/2023

Aceptado: 26/04/2024

RESUMEN

La viticultura se está incorporando recientemente a la agricultura del sudeste bonaerense. La región posee un clima templado oceánico y suelos con textura fina que favorecen la difusión de la filoxera, principal plaga de la vid europea (*Vitis vinifera* L.). El control de esta plaga consiste en injertar las plantas sobre portainjertos resistentes provenientes de vides americanas, los cuales pueden influir sobre otras características de interés agronómico. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de los portainjertos 101-14 MGt y SO4 sobre características agronómicas de la variedad de vid Sauvignon Blanc (SB) en un viñedo cultivado en secano en el sudeste bonaerense. Se determinaron variables vegetativas (área foliar, diámetro del tronco de la variedad y del portainjerto), reproductivas (peso y número de racimos y bayas, rendimiento planta⁻¹), de equilibrio (índices de Ravaz y de balance vegetativo) y de calidad de la uva (sólidos solubles, acidez titulable, pH) en 2019 y 2020 y la eficiencia fotosintética foliar en el año 2020. Los efectos de los portainjertos sobre las variables reproductivas de SB fueron similares. El portainjerto SO4, en comparación 101-14 MGt, aumentó el contenido de sólidos solubles en las bayas de SB (22 vs 21 grados Brix) y generó una relación sólidos solubles/acidez titulable más equilibrada. Las plantas injertadas sobre SO4 tuvieron una eficiencia fotosintética foliar menor que aquellas injertadas sobre 101-14 MGt. Los portainjertos evaluados, además de disminuir el riesgo de una eventual infestación por filoxera, indujeron un adecuado balance vegetativo y afectaron diferencialmente la maduración de las uvas.

Palabras clave: eficiencia fotosintética, índice de Ravaz, portainjerto SO4, portainjerto 101-14 MGt, sólidos solubles.

EVALUATION OF ROOTSTOCKS FOR THE SAUVIGNON BLANC GRAPEVINE VARIETY IN THE 'MAR Y SIERRAS' REGION (PROVINCE OF BUENOS AIRES)

ABSTRACT

Viticulture is recently being incorporated into the agriculture of the southeast of Buenos Aires. The region has a temperate oceanic climate and fine-textured soils that favor the spread of phylloxera, the main pest of the European vine (*Vitis vinifera* L.). The control of this pest consists of grafting the plants onto resistant rootstocks from American vines, which can influence other characteristics of agronomic interest. The aim of this study was to evaluate the effect of 101-14 MGt and SO4 rootstocks on the agronomic characteristics of the Sauvignon Blanc (SB) vine variety in a rainfed vineyard in the southeast of Buenos Aires. Vegetative variables (leaf area, trunk diameter of the variety and rootstock), reproductive variables (weight and number of bunches and berries, yield plant⁻¹), balance variables (Ravaz and vegetative balance indices) and grape quality variables (soluble solids, titratable acidity, pH) were determined in 2019 and 2020 and the foliar photosynthetic efficiency in 2020. The effects of rootstocks on the reproductive variables of SB were similar. The SO4 rootstock, compared to 101-14 MGt, increased the soluble solids content in SB berries (22 vs 21 degree Brix) and generated a more balanced soluble solids/titratable acidity ratio. Plants grafted on SO4 had a lower foliar photosynthetic efficiency than those grafted on 101-14 MGt. The evaluated rootstocks, in addition to reducing the risk of a possible phylloxera infestation, induced an adequate vegetative balance and differentially affected the ripening of the grapes.

Key words: photosynthetic efficiency, Ravaz index, SO4 rootstock, 101-14 MGt rootstock, soluble solids content.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, en la región Mar y Sierras de la provincia de Buenos Aires (Argentina), que comprende los partidos de Gral. Pueyrredón, Balcarce y Tandil, se han implantado viñedos comerciales que se encuentran en una etapa inicial de experimentación y desarrollo, algunos de los cuales tienen como objetivo la producción de vinos de alta gama. El Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV) ha reconocido dos indicaciones geográficas en esta región: Chapadmalal (Res. 20/2014) y Balcarce (Res. 11/2022), correspondientes a áreas distintas desde un punto de vista mesoclimático (Godoy y Gancedo Desgens, 2022). La superficie destinada a viñedos en la región fue de 57,3 ha en 2023 y las principales variedades cultivadas son Pinot Noir, Chardonnay, Glera (Prosecco) y Sauvignon Blanc (INV, 2024). Sauvignon Blanc (SB) es un cepaje muy antiguo, originario de Francia, que permite la obtención de vinos de excelente calidad. La superficie cultivada con SB representa el 0,97% de la superficie total destinada a la vid en la Argentina y el 13% en la región Mar y Sierras (INV, 2024).

Las características edafoclimáticas de la región difieren sustancialmente de las imperantes en las regiones vitivinícolas tradicionales de la Argentina. Esto conlleva la necesidad de generar tecnologías adaptadas a estas condiciones particulares, por ejemplo, la evaluación de variedades, portainjertos, sistemas de conducción, poda y manejo fitosanitario. Desde un punto de vista histórico, la vitivinicultura que se desarrolló en la provincia de Buenos Aires a fines del siglo XIX y principios del siglo XX era de carácter artesanal, presentaba escasa competitividad en comparación con la actividad vitivinícola desarrollada en Cuyo (Ospital, 2003), y estaba expuesta a diversas enfermedades y plagas, como la filoxera, que pasaron a ser endémicas en la provincia de Buenos Aires (Borcosque y Frau, 2011).

La filoxera (*Dactylosphaera vitifolii*) es considerada la plaga más extendida y devastadora de la historia de la vitivinicultura mundial. En la Argentina, este insecto parásito se introdujo en 1878 en Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires, con vides infestadas procedentes de Francia y de allí se diseminó a todo el país (Gironés de Sánchez, 2007). Sin embargo, en la Argentina no se registró una crisis filoxérica como la acaecida en Europa. En el caso de la producción cuyana, aparentemente, las condiciones ecológicas permitieron un adecuado vigor vegetativo del viñedo que posibilitó la convivencia con la plaga (Mendoza *et al.*, 2013).

Si bien ni la textura del suelo ni el método de riego constituyen *per se* factores limitantes para la filoxera, su influencia sobre el vigor de las plantas podría afectar la interacción planta x insecto (Arancibia *et al.*, 2019). En la región Mar y Sierras bonaerense, la presencia de suelos argiúdoles, de textura fina en el horizonte B (Bernabé, 2002), y el eventual empleo de riego por goteo podrían favorecer un potencial ataque de filoxera.

El control de filoxera consiste principalmente en el empleo de plantas injertadas sobre portainjertos resistentes (Godoy *et al.*, 2021). Las especies americanas de vid poseen resistencia a la filoxera por lo cual son valiosas para ser usadas como portainjertos. El injerto de *V. vinifera* sobre especies americanas (*i.e.* *V. riparia*, *V. rupestris* y *V. berlandieri*) o sus híbridos es, por el momento, la única solución efectiva contra esta plaga. Según Tedesco *et al.* (2022), el uso de portainjertos es una de las estrategias más antiguas de control biológico que ha revolucionado completamente el mundo de la vitivinicultura. Los portainjertos desarrollados a partir de estas vides aportan no solo resistencia a la filoxera sino también otras características agronómicas, como tolerancia al calcio activo, resistencia a nematodos, tolerancia a sequía, maduración anticipada, control del vigor, entre otras (Godoy *et al.*, 2021).

A su vez, los portainjertos pueden afectar el crecimiento vegetativo de las vides y la maduración de las uvas y, consecuentemente, influyen en las características aromáticas del vino obtenido (Neal *et al.*, 2014; Yuste *et al.*, 2017). En variedades como SB que son muy vigorosas, particularmente durante los primeros años, y que tienden a generar mucho follaje, la elección adecuada del portainjerto permite controlar este aspecto (Pl@ntGrape, 2022). Dos portainjertos muy difundidos en la Argentina son SO4 (*V. berlandieri* x *V. riparia*) y 101-14 MGt (*V. riparia* x *V. rupestris*). Hay antecedentes que indican que el portainjerto SO4 (Selección Oppenheim Nº 4) induce precocidad y adelanto de la madurez durante los primeros años de desarrollo de SB y aunque suele tener un desarrollo inicial lento posteriormente incrementa su vigor de forma considerable (Goldammer, 2018). En cambio, el portainjerto 101-14 MGt presenta un vigor medio y un ciclo vegetativo corto que adelanta la madurez de las bayas (Crespy, 1991). Sin embargo, el uso de estos portainjertos para la variedad SB no ha sido evaluado en el contexto productivo de la región Mar y Sierras bonaerense.

Este trabajo tuvo por objetivo evaluar el comportamiento agronómico de SB, una de las variedades de uva

blanca cultivadas en la región Mar y Sierras, injertada sobre los portainjertos SO4 y 101-14 MGt durante dos años consecutivos (2019 y 2020), bajo condiciones de secano, a través del análisis de variables vegetativas, reproductivas, de equilibrio, fisiológica y de calidad de la uva.

METODOLOGÍA

Sitio experimental

Los ensayos se realizaron en el viñedo La Elena (37°55' S, 59°30' O), perteneciente a la firma Cordón Blanco, ubicado en Tandil, provincia de Buenos Aires. El partido de Tandil presenta un clima templado con temperaturas promedio de 17,9 °C y precipitaciones acumuladas de 551 mm durante el período de crecimiento vegetativo y reproductivo de la vid que abarca los meses de octubre a marzo (Cuadro 1). A fin de caracterizar el ambiente experimental se relacionaron las condiciones térmicas imperantes durante ese período con el potencial azucarino de la uva (*i.e.* que hace referencia al contenido de azúcares de las bayas al momento de madurez tecnológica) a través de un índice bioclimático, el índice heliotérmico de Huglin (Tonietto y Carbonneau, 2004). Para su cálculo se tuvieron en cuenta las temperaturas medias (Tm) y máximas (TM) del aire registradas por el Servicio Meteorológico Nacional para Tandil, durante el período comprendido entre el 1 octubre y el 31 de marzo, a través de la Ecuación 1.

$$IH=[(Tm-10) + (TM-10)] / 2$$

[Ecuación 1]

donde IH: Índice heliotérmico de Huglin.

El viñedo La Elena se sitúa en el pedemonte serrano, por lo que presenta limitaciones de profundidad. Por ello, para delimitar el área de estudio se realizó un mapeo de la profundidad del suelo utilizando un muestreador manual y una cuadrícula de 20 m de distanciamiento sobre la superficie. A partir de los datos obtenidos se generaron las isolíneas de profundidad de suelo mediante interpolación sencilla con Microsoft Excel. Los ensayos se realizaron en un sector del viñedo cuyo suelo consiste en un argiudol petrocálcico con tosca a una profundidad de 1 m.

Material vegetal y diseño experimental

La evaluación de las plantas del clon 376 de SB injertadas sobre los portainjertos 101-14 MGt (tratamiento 1) y SO4 (tratamiento 2) se realizó durante dos años consecutivos (2019 y 2020). Las plantas tenían nueve años cuando se realizó el primer ensayo (etapa de plena producción). El diseño de los ensayos fue completamente aleatorizado con seis repeticiones para cada combinación variedad/portainjerto (tratamiento). La unidad experimental estuvo constituida por una planta. Las plantas se eligieron al azar en cada una de las temporadas. El momento de cosecha se definió teniendo en

Cuadro 1. Valores promedio de temperaturas máximas (T MÁX), temperaturas medias (T MED), temperaturas mínimas (T MÍN), precipitaciones (PREC) y humedad relativa (HR) correspondientes a la ciudad de Tandil, provincia de Buenos Aires. Fuente: datos obtenidos del Servicio Meteorológico Nacional, período 2000-2020.

	T MÁX (°C)	T MED (°C)	T MÍN (°C)	PREC (mm)	HR (%)
ENE	28,8	20,8	13,4	102	65
FEB	27,2	20,1	12,9	102	72
MAR	24,5	17,4	10,8	90	76
ABR	20,7	14,0	7,3	91	76
MAY	16,4	10,5	4,6	56	81
JUN	13,8	7,6	2,0	46	79
JUL	12,5	6,9	1,3	45	80
AGO	14,8	8,7	2,4	65	75
SET	17,0	10,2	4,0	61	74
OCT	19,9	13,4	6,9	80	74
NOV	23,5	16,3	9,2	105	69
DIC	27,3	19,2	11,5	72	64
ANUAL	20,5	13,8	7,2	915	74

cuenta el riesgo de podredumbre gris, causada por *Botrytis cinerea*, asociado a la probabilidad de precipitaciones durante el período de maduración.

Determinaciones

Se determinaron variables vegetativas, reproductivas, fisiológicas, de equilibrio vegetativo y de calidad de la uva.

(i) Variables vegetativas:

- *Relación entre los diámetros del tronco de la variedad y el portainjerto*: se midió el diámetro del tronco a 1 cm por encima y por debajo del punto del injerto con un calibre Vernier en el mes de febrero y posteriormente se realizó el cociente entre ambos.

- *Ancho medio (A) y largo medio (L) de hoja expandida*: se midieron en tres hojas expandidas por planta, con una regla flexible, durante el período de llenado de baya (febrero).

- *Coefficiente de forma de la hoja (C)*: se determinó la superficie foliar en 30 hojas expandidas tomadas al azar empleando la aplicación Easy Leaf Area para Android y se relacionó con el producto $L \times A$ de cada hoja mediante regresión lineal. La pendiente de la recta constituyó el coeficiente de forma.

- *Número medio de hojas expandidas por planta (NH)*: se calculó como el producto entre el número promedio de hojas por metro de brote y la longitud total de brotes de la planta. Se consideraron hojas expandidas a aquellas que superaron el 50% de la superficie máxima de las hojas de una planta tomando como referencia el largo de las hojas más grandes de la planta

- *Área foliar de la planta*: se estimó como el producto entre A, L, C y NH.

(ii) Variables reproductivas:

- *Peso promedio de racimo*: a cosecha (marzo) se calculó a partir del peso de tres racimos por planta, ubicados en la parte basal de los brotes fructíferos, empleando una balanza digital (Quiltech mod. Q30001, Buenos Aires, Argentina) con precisión 0,1 g.

- *Número promedio de racimos planta⁻¹*: a cosecha se contó el número de racimos de cada planta.

- *Número de bayas racimo⁻¹*: a cosecha se contó el número de bayas por racimo (3 racimos planta⁻¹).

- *Peso promedio de baya*: a cosecha se calculó a partir del peso de 10 bayas por racimo (tres racimos planta⁻¹) en una balanza digital (Quiltech mod. Q30001, Buenos Aires, Argentina) con precisión 0,1 g.

- *Diámetro ecuatorial de la baya*: medido de manera perpendicular a su eje pedicelar. A cosecha se determi-

nó en tres bayas del centro del racimo y en tres racimos planta⁻¹, utilizando un calibre Vernier.

- *Rendimiento planta⁻¹*: se calculó como el producto entre el número de racimos planta⁻¹ y el peso promedio del racimo.

(iii) Variables de equilibrio vegetativo:

- *Índice de Ravaz*: relaciona la producción de fruta con la poda invernal, como expresión del crecimiento vegetativo que tuvo lugar la temporada anterior. Se calculó como el cociente entre el rendimiento planta⁻¹ y el peso de poda. Para determinar esta última variable se procedió a podar cada planta durante el reposo invernal (en julio) y registrar el peso de la poda mediante una balanza digital (Quiltech mod. Q30001, Buenos Aires, Argentina).

- *Índice de balance vegetativo*: relaciona el área foliar y la carga de fruta. Se calculó como el cociente entre el área foliar de la planta y el rendimiento planta⁻¹.

(iv) Variable fisiológica:

- *Eficiencia fotosintética foliar*: hace referencia a la fracción de la energía lumínica destinada a la producción de fotosintatos (la energía no aprovechada se disipada térmicamente). Se estimó mediante el empleo de un fluorómetro manual (FluorPen FP100 Z990, Photon System Instruments, Drasov, República Checa). La determinación se realizó sobre tres hojas expandidas por planta que estaban expuestas a la radiación solar directa en febrero de 2020.

(v) Variables de calidad de la uva:

- *Contenido de sólidos solubles*: hace referencia a los azúcares, ácidos orgánicos y sales minerales disueltos en el jugo, siendo los primeros los componentes más importantes. Se determinó mediante el empleo de un refractómetro manual (Atago Master-a, Tokio, Japón) con compensación automática de temperatura, y se expresó en grados Brix, que es una medida equivalente al porcentaje de sacarosa. La muestra consistió en un racimo por planta, en un total de seis plantas por tratamiento. Al momento de la cosecha, las uvas fueron procesadas en una juguera centrífuga. Unas gotas del jugo extraído fueron colocadas sobre el prisma del refractómetro.

- *Acidez titulable*: hace referencia al contenido de ácidos orgánicos presentes en el jugo, expresado como peso del ácido orgánico predominante, y se determina por titulación. Se obtuvo a partir de 10 ml del jugo extraído de cada muestra (un racimo de cada planta) y la posterior titulación con OHNa (0,1 N) hasta pH= 8,2. La acidez titulable se expresó como g de ácido tartárico l⁻¹.

- *pH*: se determinó en el jugo extraído previo a su titulación mediante el empleo de un medidor manual de pH.
- *Relación sólidos solubles/acidez titulable*: hace referencia al balance entre el dulzor y la acidez del jugo. Se calculó a través del cociente entre las variables involucradas.

Análisis de los datos

Los datos se analizaron estadísticamente a través de los análisis de varianza correspondientes usando el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2015) y la prueba de Duncan para comparación de medias. Se consideró un nivel de significancia de 5%. Para el análisis de componentes principales se utilizó el programa Infostat (Di Renzo *et al.*, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico de las variables determinadas en las plantas de SB injertadas sobre los dos portainjertos analizados (101-14 MGt y SO4) durante dos años consecutivos (2019 y 2020) permitió evaluar los efectos del año, del portainjerto y de la interacción entre ambos (interacción genotipo x ambiente).

Efecto de la interacción genotipo x ambiente

No se detectaron efectos de interacción estadísticamente significativos ($p \geq 0,05$) entre los dos genotipos del portainjerto (101-14 MGt y SO4) y los dos años de evaluación (2019 y 2020) en ninguna de las variables vegetativas (área foliar de la planta, relación entre los diámetros del tronco de SB y el portainjerto), reproductivas (peso y número de racimos y bayas, rendimiento

planta⁻¹), de equilibrio (índices de Ravaz y de balance vegetativo) y de calidad de la uva (sólidos solubles, acidez titulable, pH, relación sólidos solubles/acidez titulable). Este resultado tiene implicancias prácticas al indicar que el efecto relativo de los portainjertos sobre la variedad SB se mantuvo a través de los años evaluados. Esta ausencia de interacción se ilustra para la variable contenido de sólidos solubles en la Figura 1.

Efecto del año

Las condiciones del año tuvieron un efecto estadísticamente significativo ($p < 0,05$) en el área foliar de la planta, el peso promedio de la baya, el índice de balance vegetativo y en todas las variables de calidad de la uva (contenido de sólidos solubles, acidez titulable y pH) (Cuadro 2). Si se toma como referencia el Índice helio-térmico de Huglin promedio para Tandil, la temporada 2020 fue relativamente más cálida que el promedio y más aún que la temporada 2019 (Cuadro 3). A su vez, las precipitaciones en el mes de febrero –período en el que tuvo lugar la segunda fase de rápido crecimiento de las bayas (Coombe, 1992)– fue superior en 2020 con respecto a 2019 (105 vs. 55 mm, respectivamente). Probablemente, las temperaturas más elevadas junto con el mayor aporte de agua procedente de las precipitaciones durante febrero del año 2020 contribuyeron al mayor peso de las bayas obtenido (Cuadro 2). Del mismo modo, las mayores temperaturas y precipitaciones registradas durante el segundo año generaron un crecimiento vegetativo vigoroso de las plantas. Este crecimiento debió ser controlado a través de la realización de una poda en verde (despunte) para permitir la exposición al sol y la aireación de los racimos y disminuir la

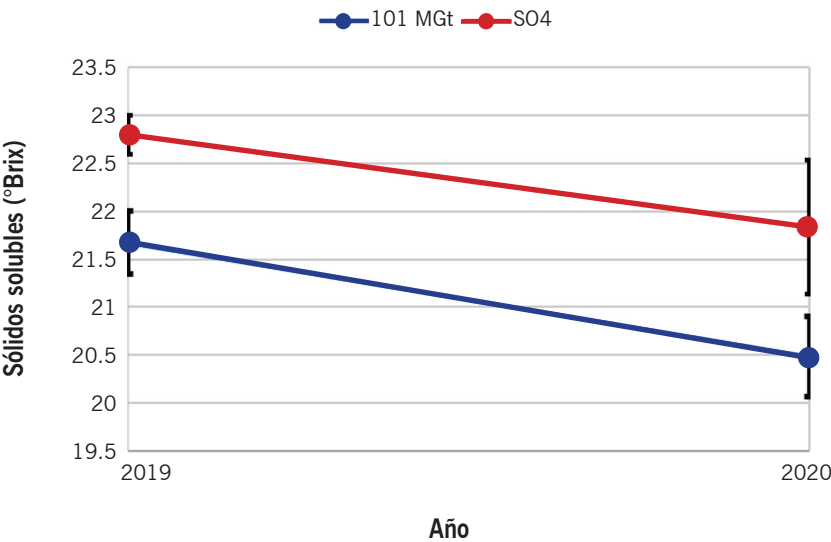


Figura 1. Contenido de sólidos solubles (grado Brix) en bayas de plantas de la variedad Sauvignon Blanc (SB) injertadas sobre los portainjertos SO4 (línea roja) y 101-14 MGt (línea azul). Los valores se determinaron durante los años 2019 y 2020. Sin interacción genotipo x ambiente. Las barras indican el error estándar.

incidencia de *B. cinerea*. Como resultado de esta poda, el área foliar por planta fue menor en 2020 que en 2019 (Cuadro 2).

La influencia del factor año en las variables de producción y calidad de la uva ha sido observado por varios

investigadores como Corino y Castino (1990), Main *et al.* (2002), Hidalgo (2002) y Jin *et al.* (2016). En este sentido se destacan los hallazgos de los últimos autores quienes encontraron que el factor año influyó en el 65,5% de los parámetros de calidad evaluados.

Cuadro 2. Variables vegetativas (área foliar por planta), reproductivas (peso promedio de baya), de equilibrio (índice de balance vegetativo) y de calidad de la uva (acidez titulable, pH, contenido de sólidos solubles y relación sólidos solubles/acidez titulable) de plantas de vid de la variedad Sauvignon Blanc (SB) en las que el efecto año fue significativo ($p < 0,05$). Los valores representan la media $\pm$ el error estándar de cada variable.

Variable	Año	
	2019	2020
Área foliar de la planta (m^2)	$6,2 \pm 1,4$	$3,3 \pm 0,9$
Peso promedio de baya (g)	$1,67 \pm 0,08$	$2,12 \pm 0,09$
Índice de balance vegetativo ($m^2 \text{ kg}^{-1}$)	$7,1 \pm 0,17$	$3,6 \pm 0,23$
Acidez titulable ($g \text{ l}^{-1}$)	$6,56 \pm 0,04$	$8,63 \pm 0,14$
pH	$3,11 \pm 0,02$	$2,46 \pm 0,03$
Contenido de sólidos solubles ($^{\circ}\text{Brix}$)	$22,18 \pm 0,26$	$21,08 \pm 0,45$
Relación sólidos solubles/acidez titulable	$3,40 \pm 0,02$	$2,55 \pm 0,06$

Cuadro 3. Índice heliotérmico de Huglin para Tandil, provincia de Buenos Aires, calculado a partir de los datos del Servicio Meteorológico Nacional de los años 2019 y 2020 y del período comprendido entre los años 2000 y 2020.

Año	Índice
2019	1996
2020	2181
Promedio del período 2000-2020	2040

Efecto del portainjerto

Las plantas de la variedad SB injertadas sobre los portainjertos SO4 y 101-14 MGt presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en las siguientes variables: relación entre los diámetros del tronco de SB y del portainjerto, eficiencia fotosintética, contenido de sólidos solubles y la relación sólidos solubles/acidez titulable (Cuadro 4). En la relación entre el diámetro del tronco de la variedad SB y el diámetro de cada uno de los portainjertos (Cuadro 4), se observó que el diámetro del portainjerto 101-14 MGt fue superior al de la variedad SB mientras que el portainjerto SO4 tuvo un diámetro inferior al de la variedad (Figura 2). En este sentido, los antecedentes muestran que, en general, el portainjerto SO4 presenta un crecimiento radial del tronco limitado en relación con las variedades injertadas sobre él

(PI@nt Grape, 2022). Esto puede llevar a que el punto de injerto ofrezca una elevada resistencia hidráulica y, en consecuencia, reducir u obstaculizar el flujo transpiratorio (de Herralde *et al.*, 2006). No obstante, se ha reportado que el portainjerto SO4 muestra buena afinidad general con las variedades injertadas (Vršič *et al.*, 2015; PI@nt Grape, 2022).

Con respecto a la eficiencia fotosintética, las hojas de las plantas de SB injertadas sobre SO4 presentaron una eficiencia significativamente menor que aquellas de SB injertadas sobre 101-14 MGt (Cuadro 4). La eficiencia fotosintética puede disminuir como consecuencia de la fotorrespiración. En dicho proceso la enzima Rubisco actúa como oxigenasa al disminuir la presión parcial de CO_2 en el mesófilo (Feller y Vaseva, 2014). En situaciones de estrés hídrico el cierre estomático restringe el

Cuadro 4. Variables vegetativas (relación entre los diámetros del tronco de la variedad SB y el portainjerto), fisiológicas (eficiencia fotosintética) y de calidad de la uva (contenido de sólidos solubles y relación sólidos solubles/acidez titulable) de plantas de vid de la variedad Sauvignon Blanc (SB) en las que el efecto portainjerto (SO4 y 101-14 MGt) fue significativo ($p < 0,05$). Los valores representan la media $\pm$ error estándar de cada variable.

Variable	Portainjerto	
	101-14 MGt	SO4
Relación diámetros de tronco SB/portainjerto	0,85 $\pm$ 0,04	1,30 $\pm$ 0,09
Eficiencia fotosintética	0,68 $\pm$ 0,01	0,66 $\pm$ 0,02
Contenido de sólidos solubles (°Brix)	21,00 $\pm$ 0,32	22,27 $\pm$ 0,44
Relación sólidos solubles/acidez titulable	2,21 $\pm$ 0,16	2,94 $\pm$ 0,38

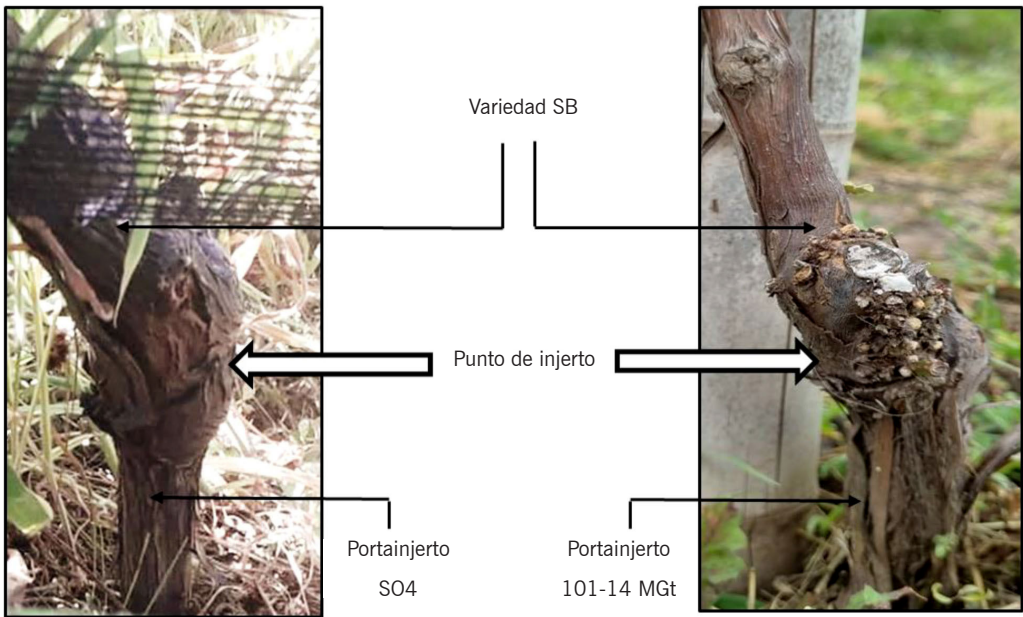


Figura 2. Fotografías que muestran las zonas de unión entre la variedad Sauvignon Blanc (SB) y los portainjertos SO4 y 101-14MGt.

intercambio de gases y esto disminuye la presión parcial de CO_2 en el apoplasto foliar (Azcon-Bieto y Talon, 1993). La diferencia detectada en la eficiencia fotosintética podría asociarse a una mayor fotorrespiración en el follaje de las plantas injertadas sobre SO4, lo que indirectamente estaría indicando un mayor control estomático. Esto sugiere que el portainjerto tendría influencia sobre el comportamiento estomático de SB a pesar de que algunos autores consideran que es un comportamiento característico de la variedad (Schultz *et al.*, 1999; Soar *et al.*, 2006a; Prieto *et al.*, 2010). Otros autores también observaron que los genotipos de los portainjertos afectaron el intercambio gaseoso a nivel foliar en condiciones de elevada (Düring, 1994) y baja (Carbonneau, 1985; Iacono *et al.*, 1998; Soar *et al.*, 2006b) disponibilidad de agua en el suelo.

En el análisis multivariado, los dos primeros componentes principales explicaron el 76% de la variabilidad total. A través del primer componente principal se pudieron distinguir los portainjertos, siendo la eficiencia fotosintética, la relación entre los diámetros de tronco SB/portainjerto y el contenido de sólidos solubles las variables que más contribuyeron a la discriminación entre SO4 y 101-14 MGt (Figura 3). En línea con el párrafo anterior, los resultados de este análisis también sugieren que el mayor control estomático inducido por el portainjerto SO4, que surge indirectamente de las observaciones de eficiencia fotosintética, podría asociarse con la resistencia hidráulica producida por la notable diferencia de diámetro de tronco en el punto de injerto. Los portainjertos tuvieron efectos significativos en las variables de calidad de la uva. En comparación con

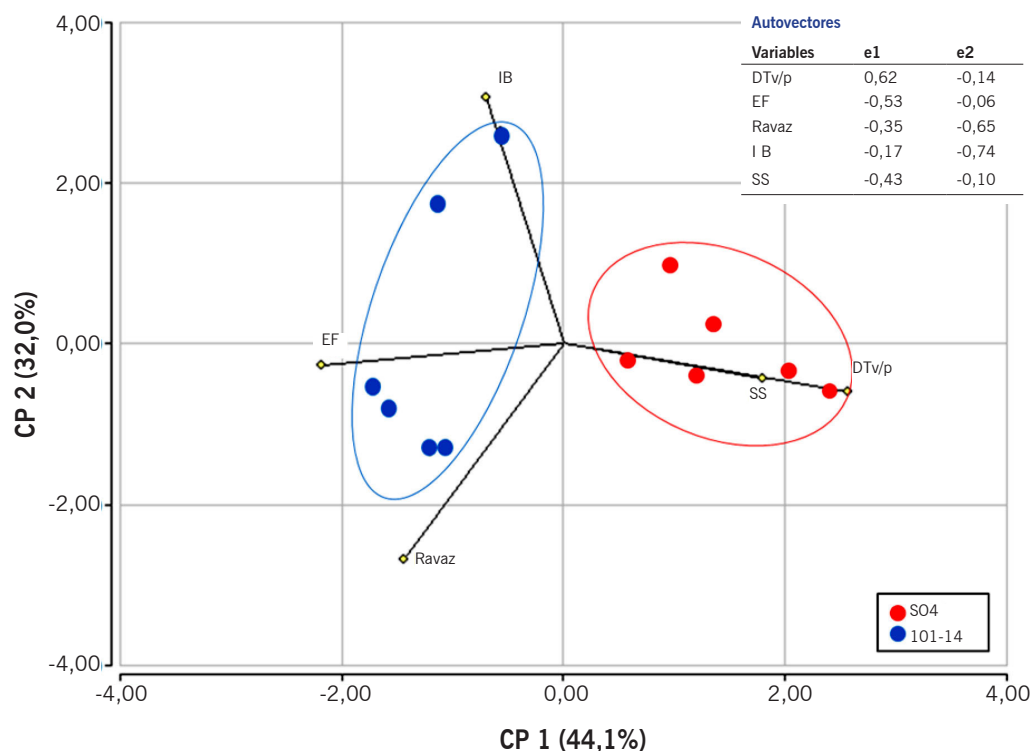


Figura 3. Análisis de componentes principales en plantas de la variedad Sauvignon Blanc (SB) injertadas sobre los portainjertos SO4 (círculos rojos) y 101-14 MGt (círculos azules) en el año 2020. DTv/p: relación entre los diámetros de tronco SB/portainjerto; EF: eficiencia fotosintética; IB: índice de balance vegetativo; SS: contenido de sólidos solubles; Ravaz: índice de Ravaz.

el portainjerto 101-14 MGt, SO4 indujo un incremento significativo de un grado Brix en el contenido de sólidos solubles y una relación sólidos solubles/acidez titulable más favorable en términos de calidad gustativa de las bayas de SB en los dos años (Figura 1, Cuadro 4). De acuerdo con PI@nt Grape (2022), el portainjerto SO4 se caracteriza por inducir altos contenidos de azúcar en las uvas. Conforme con el criterio de cosecha de SB en Burdeos (Francia), la madurez se encuentra en su punto óptimo cuando dicha relación alcanza un valor de 2,8 (calculado a partir de Peyrot des Gachons *et al.*, 2005), cercano al obtenido con el portainjerto SO4. La mayor acumulación de azúcares en las bayas de las plantas injertadas sobre SO4, que resulta en una mayor tasa de maduración, permitiría adelantar la vendimia. Una cosecha anticipada tiene la ventaja de disminuir la exposición de la uva a las precipitaciones y, en consecuencia, a la incidencia de podredumbre gris cuando las condiciones durante la maduración son las favorables para el desarrollo de *B. cinerea* (Gepp *et al.*, 2012).

Desde el comienzo de la viticultura se sabe que los mejores vinos provienen de viñedos en donde el crecimiento vegetativo y la carga de fruta están adecuadamente balanceados (Coniberti *et al.*, 2014). Tanto el índice de Ravaz como el índice de balance vegetativo son útiles para definir este balance. El primero relaciona la producción de fruta con la poda invernal, como expresión del crecimiento vegetativo que tuvo lugar la tempo-

rada anterior. Para cada región existe un índice de Ravaz óptimo así, por ejemplo, valores mayores a 7 se buscan en regiones cálidas (Coniberti *et al.*, 2014) mientras que valores comprendidos entre 2 y 6 en regiones templadas y frías (Brighenti *et al.*, 2012; Coniberti *et al.*, 2014; Zhuang *et al.*, 2014; Marcon *et al.*, 2020) debido a que se requiere mayor área foliar por unidad de carga de fruta (Howell, 2001). En el presente trabajo se registraron valores de índice de Ravaz que oscilaron entre 3 y 4, independientemente del portainjerto utilizado (Cuadro 5) lo cual está indicando un adecuado balance vegetativo para el clima templado oceánico imperante en la región Mar y Sierras.

Por otro lado, el índice de balance vegetativo relaciona el área foliar con la carga de fruta y está inversamente relacionado con el índice de Ravaz, tal como puede observarse en la Figura 3. En California, Kliewer y Dokoozlian (2005) determinaron que las vides se encontraban en balance fisiológico cuando dicha relación estaba entre 0,8 y 2 m² kg⁻¹. En viñedos de altura del sur de Brasil, el equilibrio vegetativo se alcanza con valores que fluctúan entre 1,6 y 3,5 m² kg⁻¹ (Silva *et al.*, 2009; Borghezian *et al.*, 2011; Marcon *et al.*, 2020). En general, valores de índice de balance vegetativo bajos (alrededor de 1) corresponden a regiones cálidas, mientras que valores más altos (alrededor de 3) resultan más convenientes para regiones frías (Coniberti *et al.*, 2014). Considerando que la región Mar y Sierras del

sudeste bonaerense presenta un clima templado oceánico, se puede inferir que las plantas de la variedad SB, independientemente del portainjerto sobre el cual se injertaron, lograron en el segundo año un óptimo equilibrio vegetativo/productivo como consecuencia de la poda en verde (Cuadro 3).

El rendimiento de uva no fue significativamente diferente entre años ni entre portainjertos. Tampoco se encontraron diferencias significativas en los componentes del rendimiento de SB injertados sobre ambos portainjertos evaluados en 2019 y 2020: número de bayas racimo⁻¹, peso promedio de racimo y número de racimos planta⁻¹ (Cuadro 5). El rendimiento estimado promedio por unidad de área, calculado como el producto entre el rendimiento por planta y la densidad de

plantación, fue de 5675±625 kg ha⁻¹. De acuerdo con lo reportado por Martin *et al.* (2020), en Nueva Zelanda, para lograr vinos de alta calidad ("premium") se requiere un rendimiento de 5000 a 10000 kg ha⁻¹ en variedades como Pinot Noir cultivadas en secano. Por lo tanto, los resultados de este trabajo indican que los portainjertos SO4 y 101-14 MGt, además de disminuir el riesgo de una eventual infestación por filoxera, indujeron un adecuado balance vegetativo bajo condiciones de secano y afectaron diferencialmente la maduración de las uvas. En futuras investigaciones habría que evaluar la influencia de otras herramientas de manejo tales como el empleo de riego complementario, dado que se trata de una práctica que se está difundiendo en la región.

Cuadro 5. Variables reproductivas (número de bayas por racimo, diámetro ecuatorial de la baya, número de racimos planta⁻¹, peso promedio de racimo, rendimiento planta⁻¹) y de equilibrio (índice de Ravaz) cuantificadas para plantas de la variedad Sauvignon Blanc (SB). Estas variables no difirieron de forma significativa ($p \geq 0,05$) entre años (2019 y 2020) ni portainjerto (SO4 y 101-14 MGt). Los valores representan la media $\pm$ error estándar de cada variable.

Variable	Media $\pm$ error estándar
Número de bayas por racimo	57 $\pm$ 4,29
Diámetro ecuatorial de la baya (mm)	13,99 $\pm$ 0,04
Número de racimos planta ⁻¹	13 $\pm$ 1,09
Peso promedio de racimo (g)	86,4 $\pm$ 6,75
Rendimiento planta ⁻¹ (kg)	1,09 $\pm$ 0,12
Índice de Ravaz	3,42 $\pm$ 0,42

CONCLUSIONES

Es recomendable el empleo de plantas injertadas sobre portainjertos americanos, dada la potencial infestación por filoxera en los viñedos de la región Mar y Sierras. Bajo cultivo en condiciones de secano, los portainjertos evaluados indujeron un adecuado balance vegetativo. Los efectos relativos de los portainjertos SO4 y 101-14MGt sobre las variables vegetativas, reproductivas, de equilibrio y de calidad de la uva de la variedad SB se mantuvieron a través de los dos años evaluados. Si bien el portainjerto 101-14 MGt indujo una mayor eficiencia fotosintética del follaje de SB que el portainjerto SO4, este último tuvo un efecto positivo

en el contenido de sólidos solubles y en la relación sólidos solubles/acidez titulable. El mayor contenido de azúcares en las bayas de las plantas injertadas sobre SO4 permitiría adelantar la fecha de la vendimia y así disminuir el riesgo de infección de las bayas por *Botrytis cinerea*, principal causa de pérdida de calidad en regiones húmedas como la zona bajo estudio.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo desean agradecer la colaboración del Sr. Matías Lucas, de la firma Cordón Blanco (Tandil, provincia de Buenos Aires).

BIBLIOGRAFÍA

- Arancibia, C., Malovini, E., Agüero, C. y Martínez, L. (2019). Effect of irrigation and soil texture on grape phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) population and grapevine damage. *Revista FCA UNCuyo*, 51(2), 438-450.
- Azcon-Bieto, J. y Talon, M. (1993). *Fisiología y bioquímica vegetal* (pp. 581). Interamericana-Mc Graw-Hill.
- Bernabé, F. S. (2002). Rasgos fisiográficos y edáficos del área aledaña a la ciudad de Tandil, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Espacio y Desarrollo*, 14, 185-202.
- Borcosque, L. A. y Frau, S. A. (2011). Una aproximación al problema de la filoxera en viñedos de San Juan y Mendoza (1930-1950). *Revista de Historia Americana y Argentina*, 46, 81-112.
- Borghesan, M., Gavioli, O., Pit, F. A. y Silva, A. L. (2011). Comportamento vegetativo e produtivo da videira e composição da uva em São Joaquim, Santa Catarina. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46, 398-405.
- Brighenti, A. F., Rufato, L., Kretzschmar, A. A., Würz, D. A., Duarte, A. E., Brighenti, E., Malinovski, L. I. y da Silva, A. L. (2012). Effect of different rootstocks on productivity and quality of 'Cabernet Sauvignon' grapevine produced in high altitude regions of Santa Catarina State, Brazil. *Acta Horticulturae*, 931, 379-384.
- Carbonneau, A. (1985). The early selection of grapevine rootstocks for resistance to drought conditions. *American Journal of Enology and Viticulture*, 36, 195-198. <https://doi.org/10.5344/ajev.1985.36.3.19>
- Coniberti A., Disegna, E. y Ferrari, V. (2014). El balance del Tannat en el sur de Uruguay. En: *Manual para la caracterización y el ajuste del manejo del viñedo* (pp. 44). Serie Técnica 219. INIA.
- Coombe, B. G. (1992). Research on development and ripening of the grape berry. *American Journal of Enology and Viticulture*, 43, 101-110. <https://doi.org/10.5344/ajev.1992.43.1.101>
- Crespy, A. (1991). *Viticultura de hoy* (pp. 242). 1ª ed. Hemisferio Sur.
- De Herralde, F., Alsina, M., Aranda, X., Save, R. y Biel, C. (2006). Effects of rootstocks and irrigation regime on hydraulic architecture of *Vitis vinifera* cv. Tempranillo. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 40(3), 133-139. <https://doi.org/10.20870/oenone.2006.40.3.868>
- Des Gachons, C. P., Leeuwen, C. V., Tominaga, T., Soyer, J. P., Gaudillère, J. P. y Dubourdieu, D. (2005). Influence of water and nitrogen deficit on fruit ripening and aroma potential of *Vitis vinifera* L. cv Sauvignon blanc in field conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 73-85. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1919>
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M. y Robledo, C. W. (2008). *InfoStat*, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.
- Feller, U. y Vaseva, I. (2014). Extreme climatic events: impacts of drought and high temperature on physiological processes in agronomically important plants. *Frontiers in Environmental Science*, 2(442). <https://doi.org/10.3389/fenvs.2014.00039>.
- Gepp, V., Vero, S., Cassanello, M.E., Romero, G., Silvera, E., González, P., Rebollato, J., Ferreira, Y. y Bentancur, O. (2012). Resistencia a fungicidas en *Botrytis cinerea* en el Uruguay. *Agrociencia*, 16(1), 97-107.
- Gironés de Sánchez, I. (2007). Filoxera en los viñedos argentinos de San Juan. Reseña de una crisis olvidada en la década de 1930. *Revista Universum*, 22, 186-206.
- Godoy, C. (2015). Vinos de mar. *Visión Rural*, 22(110), 51-53.
- Godoy, C. y Gancedo Desgens, E. (2022). Aptitud vitícola del sudeste bonaerense en base a índices bioclimáticos. *Agronomía & Ambiente, Revista de la Facultad de Agronomía UBA*, 42(2), 7-12.
- Godoy C., Marcellán, O., Altamirano, B., Polifroni, D. y Zabalegui, J. (2021). Portainjertos de vid: su empleo en la emergente viticultura de la región Mar y Sierras como tecnología amigable con el ambiente. *Visión Rural*, 139, 50-51.
- Goldammer, T. (2018). *Grape grower's handbook. A guide to viticulture for wine production* (pp. 482). 3ª ed. Apex Publishers USA.
- Howell, G. S. (2001). Sustainable grape productivity and the growth-yield relationship: a review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 52, 165-174. <https://doi.org/10.5344/ajev.2001.52.3.165>
- Iacono, F., Buccella, A. y Peterlunger, E. (1998). Water stress and rootstock influence on leaf gas exchange of grafted and ungrafted grapevines. *Scientia Horticulturae*, 75, 27-39. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(98\)00113-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(98)00113-7)
- Instituto Nacional de Vitivinicultura-INV. (2024). *Informe anual de superficie 2023* (pp. 125). Laboratorio Estadístico INV.
- Kliewer, W. M. y Dokoozlian, N. K. (2005). Leaf area/crop weight ratios of grapevines: Influence on fruit composition and wine quality. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56, 170-181. <https://doi.org/10.5344/ajev.2005.56.2.170>
- Marcon, J. L., Würz, D. A., Brighenti, A., Allebrand, R., Pereira de Bem, B. y Rufato, L. (2020). Agronomic performance of 'Sauvignon Blanc' variety in Y-trellis and vertical shoot position trellis in a high altitude region of southern Brazil. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 35(2), 167-175. <https://doi.org/10.1051/ctv/20203502167>
- Mendoza, G., Becerra, V., Dagatti, C. y Herrera, M. E. (2013). La filoxera en Mendoza: actualización de una plaga olvidada. *Ruralis*, 17, 15-16.
- Morlat, R. y Jacket, A. (1993). The soil effects on the grapevine root system in several vineyards of the Loire valley (France). *Vitis*, 32, 35-42.
- Neal, S. M., Fiend, A. P., Trought, M. C. y McLachlan, A. R. (2014). The performance of 'Sauvignon Blanc' on five grapevine rootstocks in a Marlborough vineyard. *ISHS Acta Horticulturae*, 1115, 147-155. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1115.22>
- Ospital, M. S. (2003). Vino en la pampa. La actividad vitivinícola en la provincia de Buenos Aires, 1900-1940. *Mundo Agrario*, 4(7). <https://www.mundoagrario.unlp.edu.ar/article/view/v04n07a01>

- Pl@nt Grape. (2022). *Catalogue of grapevines cultivated in France*. <https://plantgrape.plantnet-project.org/en/>
- Prieto, J. A., Lebon, É. y Ojeda, H. (2010). Stomatal behaviour of different grapevine cultivars in response to soil water status and air water vapour pressure deficit. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 44, 9-20. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2010.44.1.1459>
- SAS Institute. (2015). *SAS user's guide. Statistics*, versión 9.3. SAS Inst., Inc.
- Schultz, H., Lebon, E. y Rousseau, C. (1999). Suitability of the «Ball, Woodrow, Berry» model for the description of stomatal coupling to photosynthesis of different *Vitis* species and *Vitis vinifera* cultivars in different climatic regions at various levels of water deficit. *Acta Horticulturae*, 493, 17-30. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1999.493.1>
- Silva, L. C., Rufato, L., Kretzschmar, A. y Marcon Filho, J. L. (2009). Raleio de cachos em vinhedos de altitude e qualidade do vinho da cultivar Syrah. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44, 148-154.
- Soar, C., Speirs, J., Maffei, S., Penrose, A., McCarthy, M. y Loveys, B. (2006a). Grapevine varieties Shiraz and Grenache differ in their stomatal response to VPD: apparent links with ABA physiology and gene expression in leaf tissue. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 12, 2-12. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2006.tb00038.x>
- Soar, C., Dry, P. R. y Loveys B. (2006b). 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, 82-96. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2006.tb00047.x>
- Tedesco, S., Fevereiro, P., Kragler, F. y Pina, A. (2022). Plant grafting and graft incompatibility: A review from the grapevine perspective. *Scientia Horticulturae*, 299, 111019. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111019>
- Tonietto, J. y Carbonneau, A. (2004). A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agric. Fort. Meteo*, 124, 81-97. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2003.06.001>
- Yuste, J., Vicente, A., Barajas, E. y Albuquerque, M. (2017). Diez portainjertos de vid: efectos sobre el crecimiento, la producción y la composición de la uva del cv. Sauvignon Blanc en la denominación de origen rueda (España). *BIO Web of Conferences*, 9, 01009. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20170901009>
- Vršič, S., Pulko, B. y Kocsis, L. (2015). Factors influencing grafting success and compatibility of grape rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 181, 168-173. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.10.058>
- Zhuang, Sh., Tozzini, L., Green, A., Acimovic, D., Howell, G., Castellarin, S. y Sabbatini, P. (2014). Impact of cluster thinning and basal leaf removal on fruit quality of Cabernet Franc (*Vitis vinifera* L.) grapevines grown in cool climate conditions. *HortScience*, 49(6), 750-756. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.49.6.750>