

Efecto de la uva y el portainjerto sobre la asimilación de iones del suelo en Cuauhtémoc, Chihuahua

Criseida Alhelí Sáenz-Pérez¹
Dámaris Leopoldina Ojeda-Barrios¹
Ramona Perez-Leal¹
Víctor Macías-Carranza²
Alejandro Cabello-Pasini^{2,§}

1 Universidad Autónoma de Chihuahua-Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Chihuahua, México.

2 Universidad Autónoma de Baja California-Instituto de Investigaciones Oceanológicas. Ensenada, Baja California. CP. 22860.

Autor para correspondencia: acabello@uabc.edu.mx.

Resumen

El uso de portainjertos en la viticultura moderna es una práctica común para evitar el impacto de la filoxera y nemátodos sobre los viñedos. Sin embargo, el uso de los portainjertos afecta procesos metabólicos de la planta incluso la asimilación de agua y iones del suelo. En México, al igual que en otros países productores de uva, el uso de portainjertos se ha generalizado para proteger los viñedos contra microorganismos nocivos. No obstante, poco se conoce cuál es el impacto del uso de los portainjertos sobre la fisiología de las variedades de vid. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue el evaluar el efecto de los portainjertos 110-R, 101-14, 1103-P y 3309-C sobre la asimilación de nitrógeno, fósforo, sodio, cobre, hierro, manganeso y zinc en vides Merlot, Shiraz y Cabernet Sauvignon de Chihuahua, México. La concentración de nitrógeno no varió en relación con el portainjerto usado ni la variedad cultivada. Además, la concentración de N en las hojas de vid disminuyó a lo largo del tiempo. Lo anterior es el resultado de la movilización de iones a zonas de almacenaje durante el periodo de senescencia foliar. Por otro lado, la concentración de fósforo, sodio, cobre, hierro y zinc en las hojas de las variedades y portainjertos estudiadas no presentaron diferencias significativas. Sin embargo, la concentración de Mn en las hojas de Merlot fue 30% mayor en las vides con portainjerto 1103-P en comparación a las vides con portainjerto 3309-C. En este estudio se demostró que el portainjerto impacta la asimilación de iones en las variedades de uva para vino.

Palabras clave:

Vitis vinifera L., absorción de nutrientes, nutrición, portainjerto.



License (open-access): Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia **Creative Commons**

Introducción

El uso de los portainjertos en la viticultura se generalizó a nivel mundial como una respuesta a la presencia de organismos que impactan el crecimiento y sobrevivencia de *Vitis vinifera*, incluido la filoxera y los nemátodos. En la actualidad, el uso de portainjertos en la viticultura responde no solamente a la protección contra organismos predadores o parásitos, sino también a proteger los viñedos ante condiciones adversas de suelo y humedad. Por lo anterior, el conocimiento del tipo de suelo, la concentración de nutrientes, la humedad, las prácticas viticulturales, los insectos, entre otros, son críticos para la elección de los portainjertos más adecuados en los viñedos.

En general, los portainjertos que se utilizan en la viticultura pertenecen a las especies americanas *Vitis riparia*, *V. rupestris*, *V. berlandieri* y *V. champini* (Winkler *et al.*, 1974). Además existen varios portainjertos que son producto de cruzamientos entre estas especies o entre especies americanas y *Vitis vinifera* (Muñoz y González, 1999). Algunos de estos portainjertos han sido muy exitosos para proteger a *V. vinifera* de problemas de filoxera, nemátodos, suelos ácidos, alta salinidad del suelo, etc. (Ollat *et al.*, 2014; Zhou-Tsang *et al.*, 2021).

No obstante, en México se desconoce el impacto de los portainjertos sobre la asimilación de iones del suelo y su acumulación en las plantas. La asimilación de iones varía sustancialmente entre especies de vides americanas y variedades de *V. vinifera* (Schaller y Löhnertz, 1990; Heinitz *et al.*, 2020). La asimilación de boro, por ejemplo, fue hasta dos-veces más baja en Pinot noir plantada sin portainjerto en Oregon, EE.UU, que la misma variedad injertada en portainjertos Harmony, 5C, 420A, 3309C, 101-14 y 44-53 (Candolfi-Vasconcelos *et al.*, 1997).

De igual manera, la concentración de potasio en el mosto de Pinot noir fue menor en vides sin portainjerto que en vides plantadas sobre diferentes portainjertos en cuatro sitios de Oregón, EE.UU (Candolfi-Vasconcelos *et al.*, 1997). En contraste con estos estudios, la concentración de nitrógeno, potasio, fósforo, calcio y magnesio en el mosto de uvas Riesling varió significativamente con relación al portainjerto utilizado y a la localidad de plantación (Schaller y Löhnertz, 1990).

Además, la asimilación de cloruro fue menos de la mitad en *Vitis giridiana* del sur de Nevada con respecto al portainjerto 140-Ruggeri (Heinitz *et al.*, 2020). Estas diferencias de asimilación de iones están potencialmente ligadas a las diferencias de generación de protones por las raíces de cada uno de los portainjertos, variedades o de las especies. Las diferencias en la asimilación de estos iones debido a los portainjertos sobre una variedad de uva pueden tener un gran impacto sobre las características organolépticas del vino que se produce con esas uvas.

En México, el uso de los portainjertos en la viticultura se ha generalizado como una estrategia para la protección de los viñedos contra la filoxera y los nemátodos. Sin embargo, se desconoce cuál es el impacto de los portainjertos sobre la asimilación de iones en las vides y en los mostos.

Chihuahua es un estado de México con una larga historia en la producción de uva para su consumo directo, y para la producción de vinos y destilados (Ojeda-Barríos *et al.*, 2012). Debido a la presencia de filoxera en la mayoría de los suelos de Chihuahua, se ha optado por plantar todos los viñedos con portainjertos. No obstante, no hay suficiente información sobre el impacto de los portainjertos sobre el crecimiento, la maduración de las uvas, el estrés hídrico de las vides, la asimilación de iones, etc.

Los iones asimilados por las raíces de las vides plantadas a pie franco o sobre portainjertos son acumulados en diferentes tejidos de las plantas, incluso en la fruta (Winkler *et al.*, 1974). La acumulación de sodio en las uvas del valle de Guadalupe, México; por ejemplo, ha sido asociado a una percepción salina en los vinos producidos con esta fruta (Cabello-Pasini *et al.*, 2013).

Por lo anterior, el análisis de la concentración de iones en tejidos (hojas, peciolo, frutos) es crítico para determinar los niveles nutricionales de las vides y sobre el impacto que tendrán estos iones en las características organolépticas de los vinos producidos con estas uvas (Christensen y Kearney, 2000). En consecuencia, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de los portainjertos 110-R, 101-14, 1103-P y 3309-C sobre la asimilación de nitrógeno, fósforo, sodio,

cobre, hierro, manganeso y zinc en vides Merlot, Shiraz y Cabernet Sauvignon de Chihuahua, México.

Materiales y métodos

Muestras de hojas de vid (*Vitis vinifera*) de variedad Cabernet Sauvignon, Shiraz y Merlot fueron recolectadas en el viñedo de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, *Campus Cuauhtémoc* (28° 24' 43" latitud norte, 106° 52' 50" longitud oeste) durante el periodo activo de crecimiento de mayo a septiembre de 2018. Las vides fueron cultivadas en estructura de doble espaldera, espacios de 1.5 m entre vides y en pasillos de 3 m.

Las plantas experimentales tenían una edad de cinco años y fueron fertirrigadas con un sistema de goteo. Las vides fueron injertadas en portainjertos 110-R, 101-14, 1103-P y 3309-C, la conducción se formó a dos brazos y la poda se realizó en invierno hasta aproximadamente 30 yemas por vid.

Para evaluar la concentración de iones en el tejido, se recolectaron hojas maduras al azar desde mayo hasta septiembre de las diferentes variedades estudiadas. Las hojas recolectadas se lavaron con agua desionizada para eliminar polvo, azufre, insecticidas y otros contaminantes, y fueron deshidratadas en un horno (Labline, Chicago, EE.UU) a 60 °C hasta peso constante (2 d). Se eliminó la nervadura central de las hojas, y el tejido fue pulverizado (< 1 mm) en un molino con aspas de acero inoxidable (Thomas Scientific, Minimill, EE.UU). El material fue preservado en bolsas de plástico hasta su análisis.

La concentración de nitrógeno total en el tejido se determinó mediante el método Kjeldahl (AOAC, 1999). Tejido previamente macerado (0.1 g) fue digerido con 0.3 g de selenio y 5 ml de ácido sulfúrico concentrado durante 24 h a temperatura ambiente. Se agregó NaOH al 40% (w/v) a las muestras hasta que la mezcla cambió a color púrpura, e inmediatamente se destiló. Los vapores se recolectaron en una solución receptora de 30 ml de ácido bórico (4% v/v) más seis gotas de verde de bromocresol y seis gotas de rojo de metilo. La concentración de nitrógeno total se determinó mediante titulación con HCl 0.02 N.

La concentración de fósforo total se determinó por el método de amarillo de molibdo vanadato (AOAC, 1999). Muestras de 1 g de tejido se digirieron en 25 ml de una solución triácida (H₂SO₄ 89%, HCl 9%, HClO₄ 2% v/v) durante 8 h a temperatura ambiente. Muestras digeridas de 5 ml fueron reaccionadas con 10 ml molivdato de amonio y 10 ml de metavanadato de amonio, y aforadas a 50 ml.

La solución se incubó por 10 min a temperatura ambiente y se determinó la absorbancia a 470 nm (Hash, DR 5000 UV-Vis, EE. UU). La concentración del fósforo de las muestras se determinó por medio de una curva de calibración de monofosfato de potasio.

La concentración de sodio, cobre, hierro, manganeso y zinc en el tejido de las variedades estudiadas se estimó mediante espectrofotometría de absorción atómica (AOAC, 1999). A 1 g de muestra se le adicionaron 25 ml de mezcla triácida (ácido nítrico 89%, ácido perclórico 9% y ácido sulfúrico 2% v/v) y se dejaron reposar por 8 h a temperatura ambiente. Las muestras se filtraron (Whatman 40, celulosa, 8 µm) y se aforaron a 50 ml con agua destilada. La concentración de los iones se determinó en el espectrofotómetro de absorción atómica (Perkin Elmer Análisis 2000, EE.UU).

Los efectos del portainjerto y la variedad de uva sobre la asimilación de iones se evaluaron utilizando un Anova de una vía después de comprobar homocedasticidad (Bartlett) y la normalidad (Kolmogorov-Smirnov) de los datos. Las comparaciones múltiples se evaluaron mediante pruebas pos-hoc de Tukey (Sokal y Rohlf, 1995) en SigmaStat (Systat Software, San Jose, CA, EE. UU).

Resultados y discusión

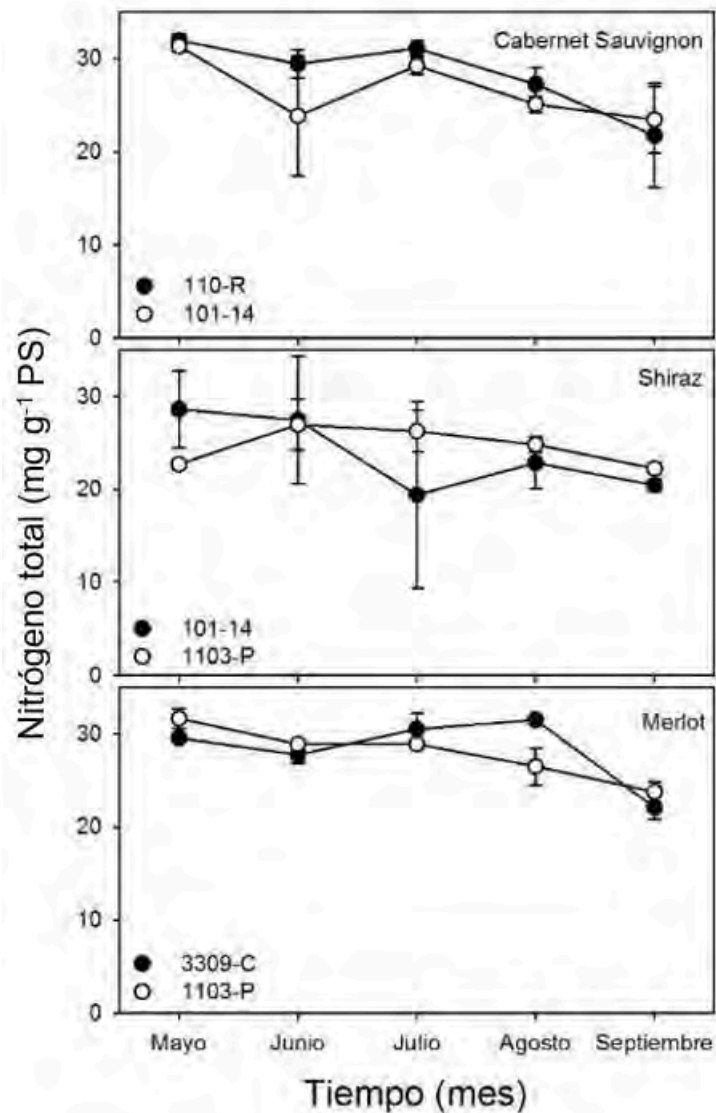
No se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en la concentración de nitrógeno total en las hojas de las tres variedades estudiadas en relación con los diferentes portainjertos utilizados (Figura 1). Al igual a lo observado en este estudio, la concentración de N en el tejido de Malbec plantada a pie franco o injertada en seis diferentes portainjertos en Mendoza, Argentina, tampoco mostró diferencias significativas (Di Filippo, 2008).

A pesar de la similitud en la concentración de N en las hojas y peciolo, esta variedad mostró diferencias en el rendimiento, presión hidrostática foliar y eficiencia del uso de agua.

La concentración de N en las hojas de las vides estudiadas fue de aproximadamente 2-3% y es consistente con lo reportado en otros estudios (Holzapfel y Treeby, 2007; Ozdemi, *et al.*, 2010). En general, la concentración de N en las hojas de Cabernet Sauvignon, Shiraz y Merlot sobre los diferentes portainjertos en este estudio disminuyó a lo largo de la temporada. La concentración de N en las hojas de Cabernet Sauvignon disminuyó linealmente de aproximadamente 31 mg g⁻¹ PS (3.1% w/w) en mayo a aproximadamente 23 mg g⁻¹ PS (2.3% w/w) en septiembre para ambos portainjertos utilizados (110 -R y 101-14).



Figura 1. Concentración de nitrógeno total a lo largo del tiempo en hojas de uvas Cabernet Sauvignon, Shiraz y Merlot injertadas sobre diferentes portainjertos. Símbolos indican promedio y barras de error indican desviación estándar.



La concentración de N total disminuyó ligeramente en la uva Shiraz con portainjerto 101-14, mientras que se mantuvo constante en la misma variedad con portainjerto 1103-P. Al igual que Cabernet Sauvignon, la concentración de N total en las hojas disminuyó significativamente de $30 \text{ mg g}^{-1} \text{ PS}$ (3% w/w) a aproximadamente $24 \text{ mg g}^{-1} \text{ PS}$ (2.4% w/w) en Merlot injertado en los portainjertos 3309-C y 1103-P. Se ha demostrado que la concentración de N en el tejido de la vid está regulada por la dosis y fuente de N durante la fertilización, así como el estadio fenológico de la planta.

En este sentido, la disminución en la concentración de N encontrado en tejido de vid a lo largo del periodo de crecimiento en este estudio es consistentes a los observados en diferentes variedades de vid en Chile, Australia y España (Laibarra *et al.*, 2004; Holzapfel y Treeby, 2007; Callejas *et al.*, 2012). Estos estudios encontraron que los niveles de nitrógeno fueron altos

(aprox. 4%) al principio de la temporada, y disminuyen a lo largo de la temporada hasta llegar a valores menores de 2%.

De una manera similar, se ha observado una disminución en la concentración de nitrógeno en el tejido de las hojas de cerezo, manzano y otros cultivos (Millard y Thomson, 1989; Muñoz *et al.*, 1993; Fernández *et al.*, 2014). Lo anterior está relacionado con la senescencia de las hojas en frutales caducifolios. Se ha demostrado que las plantas movilizan el nitrógeno de las hojas hacia troncos, tallos y raíces antes de la defoliación invernal (Millard y Grelet, 2010).

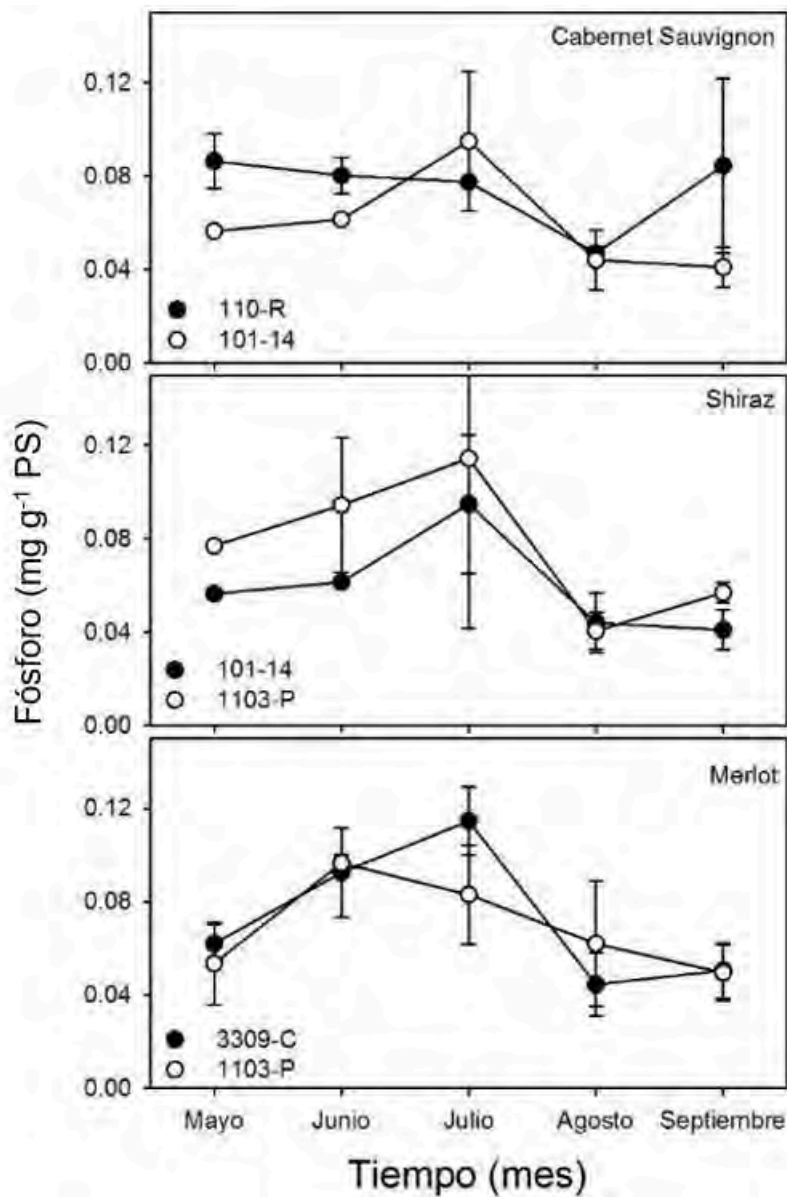
Este almacenamiento de nitrógeno y otros compuestos, permite la disponibilidad de iones durante el próximo ciclo de crecimiento. Por lo anterior, la disminución de N en las hojas de vid en este estudio también es el resultado de una estrategia de movilización de productos de reserva al final del ciclo fenológico.

En general, no se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en la concentración de fósforo en las hojas de las tres variedades estudiadas, en relación con los diferentes portainjertos utilizados (Figura 2). La concentración de P para las hojas de Cabernet Sauvignon presentó una disminución lineal de aproximadamente $0.06 \text{ mg g}^{-1} \text{ PS}$ en mayo para terminar en septiembre con un valor estimado de $0.04 \text{ mg g}^{-1} \text{ PS}$ para ambos portainjertos.

La concentración de P en Shiraz aumentó significativamente en el mes de julio para ambos portainjertos. En la uva Merlot, las concentraciones más altas de P se observaron durante junio y julio con valores superiores a los $0.08 \text{ mg g}^{-1} \text{ PS}$ en ambos portainjertos. Los resultados de este estudio son consistentes con los observados en otros análisis donde las concentraciones de fósforo fueron más altas en las etapas de floración y envero, y decrecieron al paso del tiempo (Romero *et al.*, 2004; Callejas *et al.*, 2012).



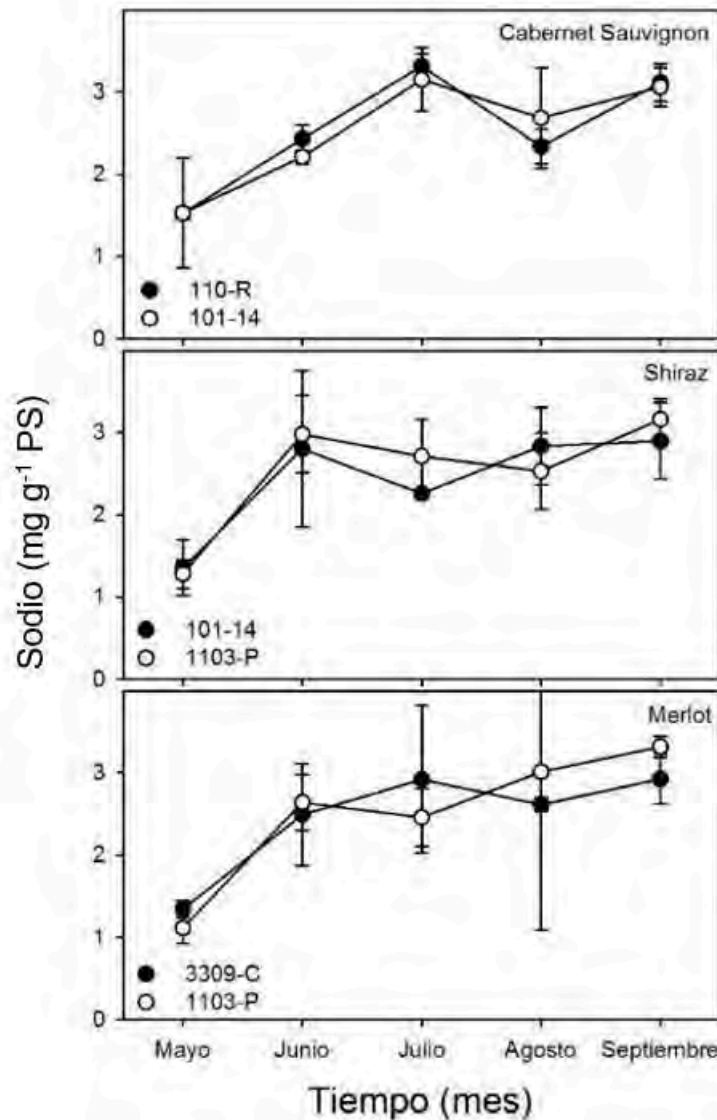
Figura 2. Niveles de fósforo en el tejido foliar de uvas Cabernet Sauvignon, Shiraz y Merlot injertadas sobre diferentes portainjertos en Cuauhtémoc, Chihuahua, México. Símbolos indican promedio y barras de error indican desviación estándar.



El fósforo es un elemento primario esencial determinante del crecimiento inicial de los tejidos vegetales y especialmente durante la etapa de floración en las vides (Srinivasan y Mullins, 1981; Sierra, 2001). Por lo anterior, es probable que la mayor asimilación de fósforo observada durante la floración en las vides de este estudio sea el resultado de una respuesta fisiológica a la mayor demanda de fósforo durante esta etapa fenológica.

Se observó un incremento significativo de la concentración de Na en las hojas de las tres variedades estudiadas con relación al tiempo (Figura 3). Sin embargo, no existieron diferencias significativas en la absorción de Na con relación a los diferentes portainjertos utilizados. Para las hojas de Cabernet Sauvignon la concentración de Na aumentó de aproximadamente 1.5 mg g⁻¹ PS en mayo hasta 3 mg g⁻¹ PS en julio para ambos portainjertos.

Figura 3. Concentración de sodio de mayo a septiembre en hojas de vides Cabernet Sauvignon, Shiraz y Merlot injertadas sobre diferentes portainjertos. Símbolos indican promedio y barras de error indican desviación estándar.



En las hojas de Shiraz, las menores concentraciones se observaron en mayo y se saturaron a aproximadamente $3 \text{ mg g}^{-1} \text{ PS}$ desde junio a septiembre para ambos portainjertos estudiados. La concentración de Na en Merlot fue similar a la observada para Shiraz, se observaron los valores más bajos en mayo y se saturaron aproximadamente a $3 \text{ mg g}^{-1} \text{ PS}$ a partir de junio. La concentración de Na encontrado en las distintas variedades de vid coincide con otros estudios que muestran mayores acumulaciones de Na a partir del envero (Navarro *et al.*, 1991).

La resistencia de los portainjertos a altas concentraciones de Na varía en relación con los diferentes genotipos, pero 3309-C y 1103-P resultaron ser más sensibles que el resto de los portainjertos analizados (Martin y Vila, 2013). Este incremento en la acumulación de Na en el tejido ha demostrado tener un impacto en procesos fotosintéticos e impactar el crecimiento de las vides. La mayor asimilación y fijación de Na en el tejido de la vid, por ejemplo, resultó en una disminución en la concentración de clorofila en las hojas (Ojeda-Barrios *et al.*, 2012).

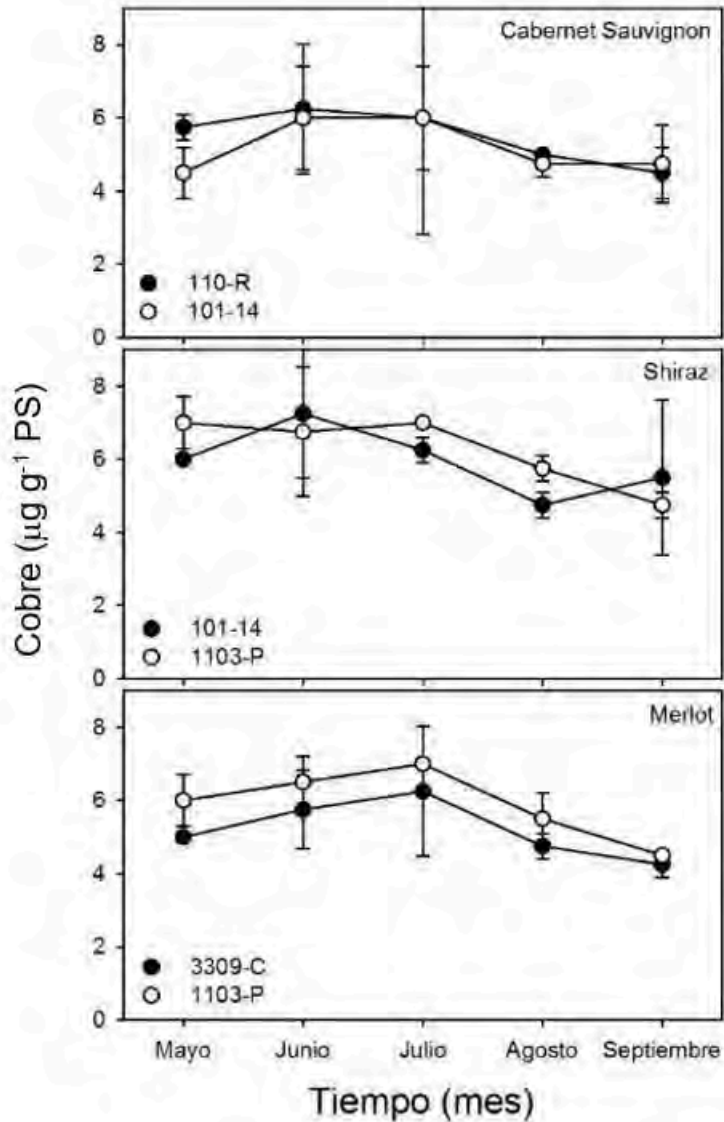
Esta reducción en la concentración de clorofila en el tejido fue debido al impacto sobre el potencial osmótico, lo que alteró las funciones fisiológicas y bioquímicas de la planta (Fuchs *et al.*, 2000). Lo anterior sugiere que el tipo de suelo y el esquema de riego, tienen un mayor impacto sobre la asimilación de Na que el tipo de portainjerto utilizado en el cultivo de vid.

No se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en la concentración de cobre en las hojas de las tres variedades estudiadas, en relación con los diferentes portainjertos utilizados (Figura 4). La concentración de Cu en las hojas de Cabernet Sauvignon se mantuvo constante a lo largo del tiempo de estudio en aproximadamente $5.5 \mu\text{g g}^{-1}$ PS en ambos portainjertos. En Shiraz, la concentración de Cu en las hojas disminuyó linealmente de $7 \mu\text{g g}^{-1}$ PS a 6mg g^{-1} PS en los portainjertos 101-14 y 1103-P. Por otro lado, los máximos valores de Cu en Merlot se observaron en mayo (aprox. $6 \mu\text{g g}^{-1}$ PS) y disminuyeron en septiembre a aproximadamente $5 \mu\text{g g}^{-1}$ PS en ambos portainjertos.

Las concentraciones de Cu obtenidas en las distintas muestras de vid son similares a las encontradas en otros estudios (Romero *et al.*, 2004; Callejas *et al.*, 2012). Estos estudios muestran que las concentraciones de cobre descienden desde la floración hasta iniciado el invierno, con valores de $32 \mu\text{g kg}^{-1}$ a $14 \mu\text{g kg}^{-1}$. El Cu desempeña funciones catalíticas en varias enzimas importantes incluido la polifenol oxidasa y el ácido ascórbico oxidasa (Hopkins y Hüner, 2008).



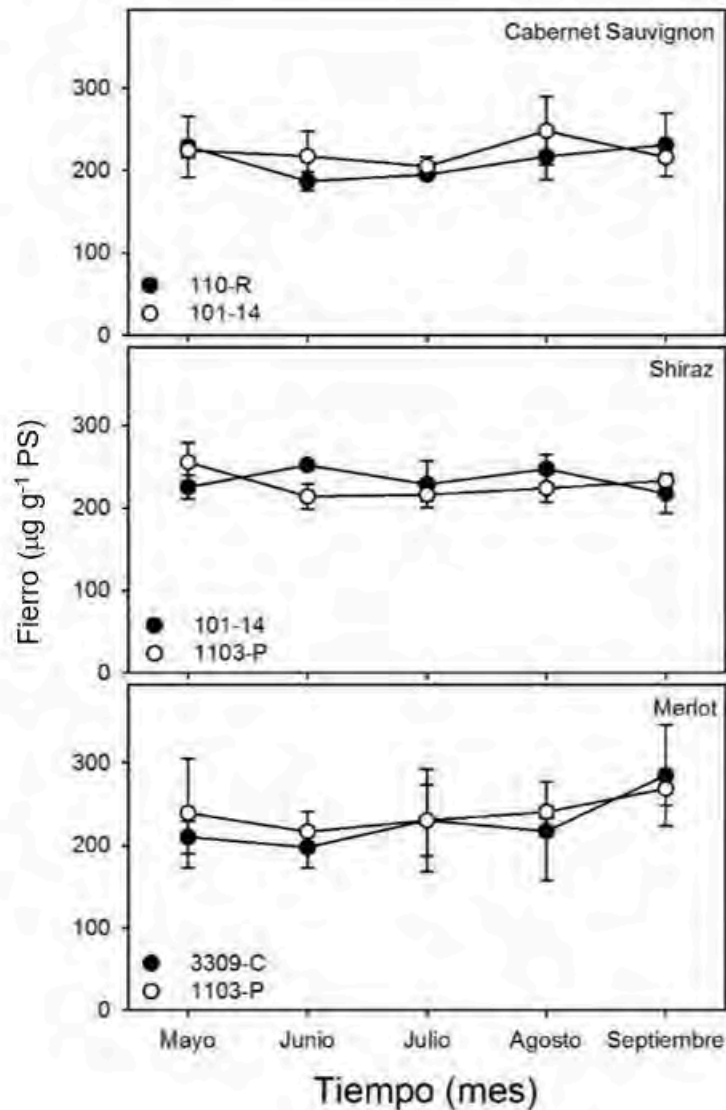
Figura 4. Variación de la concentración de cobre en tejido foliar de uvas Cabernet Sauvignon, Shiraz y Merlot injertadas sobre diferentes portainjertos en Cuauhtémoc, Chihuahua, México. Símbolos indican promedio y barras de error indican desviación estándar.



Además, juega un papel crítico en la cadena de transporte de electrones durante la fotosíntesis y puede estar involucrado en la reducción de nitritos (Medina *et al.*, 1999). Lo anterior sugiere que las concentraciones de Cu en las hojas de las vides estudiadas en Chihuahua también descendieron como respuesta a la reducción de clorofila y la senescencia de las hojas.

La concentración de Fe en las hojas de las tres variedades estudiadas no presentó variaciones significativas ($p > 0.05$) en relación con el tiempo (Figura 5). La concentración de Fe en las hojas Cabernet Sauvignon y Shiraz se mantuvo constante a aproximadamente $250 \mu\text{g g}^{-1}$ PS para todos los portainjertos utilizados en este estudio.

Figura 5. Concentración de hierro a lo largo del tiempo en uvas Cabernet Sauvignon, Shiraz y Merlot injertadas sobre diferentes portainjertos. Símbolos indican promedio y barras de error indican desviación estándar.

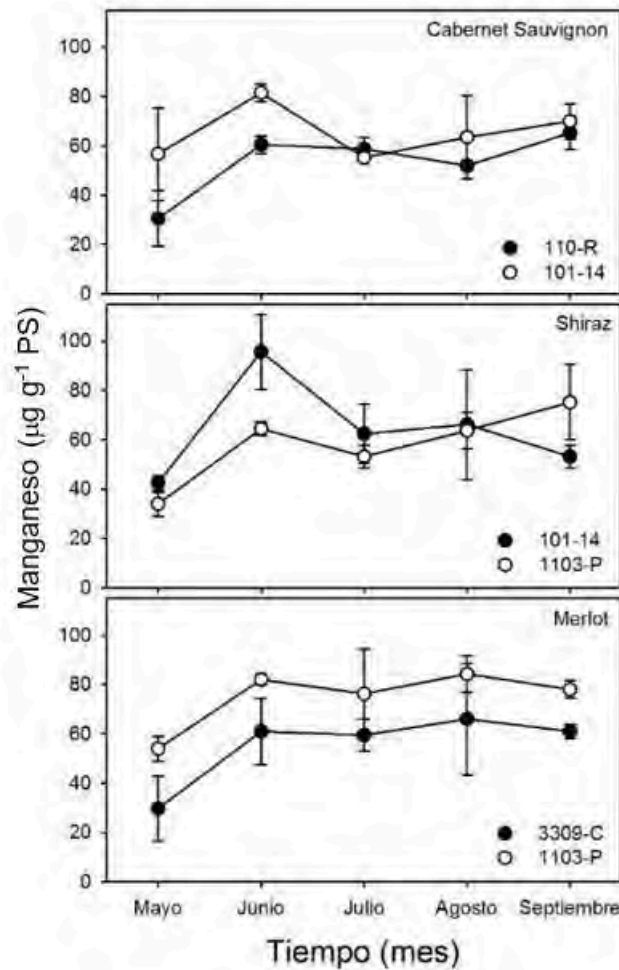


Las concentraciones de Fe encontradas en las muestras de hojas de vid son consistentes con los resultados observados en vides de Jerez de la Frontera en España (Sarmiento *et al.*, 1992). Este estudio muestra que la concentración de Fe en las hojas de vid no presenta una tendencia definida. Generalmente las deficiencias de hierro se manifiestan por la inhibición de síntesis de clorofila y una reducción en las tasas de crecimiento y elongación de los sarmientos (Díaz *et al.*, 2013). Sin embargo, la concentración de Fe en los suelos generalmente no es limitante excepto en zonas ricas en carbonato de calcio.

Al igual que en otros iones, no se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en la concentración de Mn en las hojas de Cabernet Sauvignon y Shiraz con los diferentes portainjertos utilizados. La asimilación de Mn en Merlot fue significativamente mayor ($p < 0.05$) en las vides con portainjerto 1103-P que en las vides con portainjerto 3309-C (Figura 6). Para las hojas de Cabernet Sauvignon con portainjerto 101-14, la concentración de Mn se mantuvo

constante a lo largo del tiempo. Sin embargo, la concentración de Mn en Cabernet Sauvignon con portainjerto 110-R aumentó de 30 a 60 $\mu\text{g g}^{-1}$ PS de mayo a septiembre.

Figura 6. Niveles de manganeso de mayo a septiembre de 2015 en hojas de uvas Cabernet Sauvignon, Shiraz y Merlot injertadas sobre diferentes portainjertos. Símbolos indican promedio y barras de error indican desviación estándar.



La concentración de Mn en las hojas de Shiraz con portainjerto 101-14 aumentó a aproximadamente 95 $\mu\text{g g}^{-1}$ PS en junio y disminuyó hasta 50 $\mu\text{g g}^{-1}$ PS en septiembre. A diferencia de Shiraz con portainjerto 101-14, la concentración de Mn en Shiraz con portainjerto 1103-P aumentó linealmente de 30 a 60 $\mu\text{g g}^{-1}$ PS a lo largo del tiempo. Por otro lado, la concentración de Mn en las hojas de Merlot a lo largo de todo el ciclo fue 30% mayor ($p < 0.05$) en las vides con portainjerto 1103-P en comparación a las vides con portainjerto 3309-C. Las menores concentraciones de Mn en las hojas de vid se observaron en mayo, y se saturaron de junio a septiembre en las hojas de Merlot con ambos portainjertos.

Las concentraciones de Mn encontradas en las muestras de tres variedades de vid muestran similitud a lo encontrado en vides Chilenas (Callejas *et al.*, 2012). En general, los niveles de Mn tienden a subir en la etapa de crecimiento debido a la participación que tiene el Mn en la síntesis de tirosina y sus derivados como la auxina ácido indolacético (AIA) que promueve el fototropismo positivo y el desarrollo de raíces laterales y adventicias en las plantas.

Por lo anterior, la disponibilidad del Mn en las raíces de la planta aumenta en las etapas fenológicas de cuajado y envero (Catalina *et al.*, 2014) y se mantiene o disminuye durante la maduración del fruto. No se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en la concentración de Zn en las hojas de las tres variedades estudiadas y en relación con los diferentes portainjertos utilizados (Figura 7). La concentración de Zn en las hojas de Cabernet sauvignon en ambos portainjertos se mantuvo constante en aproximadamente $17 \mu\text{g g}^{-1}$ PS a lo largo del tiempo.

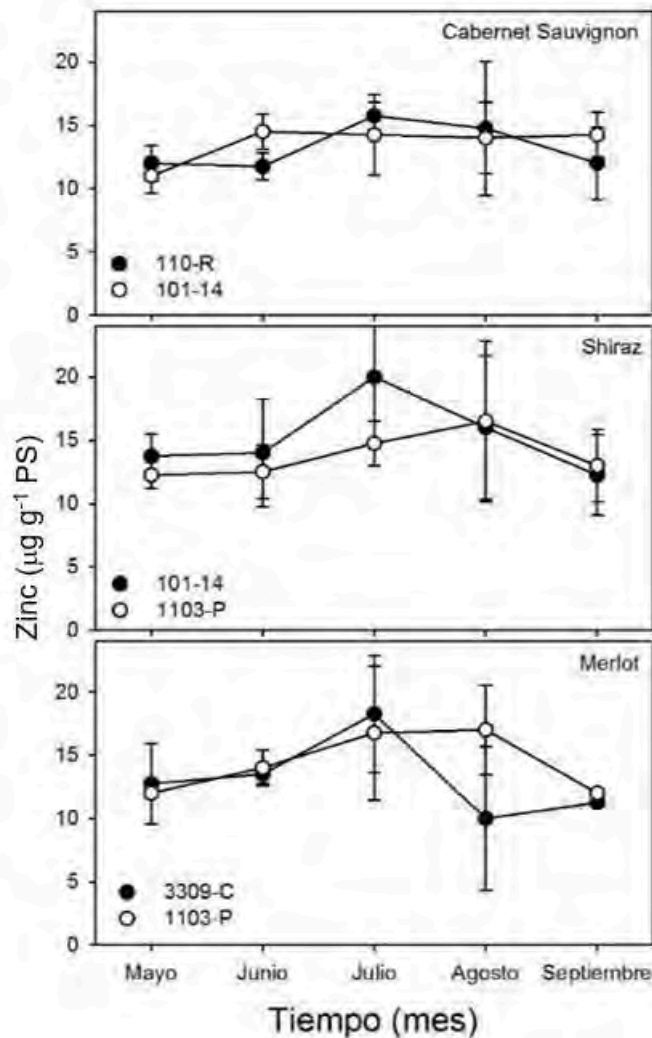
En Shiraz con ambos portainjertos estudiados, se observó un incremento en la concentración de Zn en las hojas durante julio y agosto para luego disminuir en septiembre. La concentración de Zn en las hojas de Merlot con ambos portainjertos se mantuvo constante a lo largo del tiempo.

Los resultados que arrojaron los muestreos de hojas en las tres distintas variedades de vid son consistentes con los datos obtenidos en vides de La Rioja, España y otras regiones del mundo (Romero *et al.*, 2004; Callejas *et al.*, 2012).

Estos estudios demostraron que las concentraciones más altas de Zn se presentan durante el cuajado de fruto (Etchevers *et al.*, 1983; Ojeda-Barrios *et al.*, 2012). Este aumento en la asimilación de Zn durante el cuajado se ha observado en otros cultivos como el mango (Fallas *et al.*, 2010). Lo anterior, sugiere que el incremento en la asimilación de Zn responde mayoritariamente a ciclos fenológicos de las plantas y no tanto a las diferencias genotípicas de los portainjertos analizados en este estudio.



Figura 7. Variación a lo largo del tiempo de la concentración de zinc en tejido foliar de uvas Cabernet Sauvignon, Shiraz y Merlot injertadas sobre diferentes portainjertos. Símbolos indican promedio y barras de error indican desviación estándar.



Conclusiones

El uso de los portainjertos afecta procesos metabólicos de la planta incluyendo la asimilación de agua y iones del suelo. El estudio demostró que el portainjerto puede modificar la absorción de algunos iones en algunas variedades de uva. Específicamente, la absorción de manganeso varió significativamente en la uva Merlot dependiendo del portainjerto usado.

Sin embargo, la absorción de otros iones no cambió en las diferentes variedades estudiadas, independientemente del portainjerto usado. Claramente, la concentración de N en las hojas de vid disminuyó a lo largo del tiempo. Lo anterior, sugiere una movilización de iones a zonas de almacenaje durante el periodo de senescencia foliar. Este es el primer estudio en México del efecto de los portainjertos sobre la asimilación de iones. Asimismo, además de elegir los portainjertos para proteger a la planta de organismos patógenos, es necesario considerar el efecto que estos pueden tener sobre la asimilación de iones del suelo.

Bibliografía

- 1 AOAC. 1999. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. AOAC International. Gaithersburg MD USA. 527 p.
- 2 Cabello-Pasini, A.; Macías-Carranza, V.; Siqueiros-Valencia, A. and Huerta-Díaz, M. A. 2013. Concentration of calcium, magnesium, potassium, and sodium in wines from Mexico. *Am. J. Enol. Vitic.* 64(2):280-284.
- 3 Callejas, R. R.; Razeto, M. B. y Del-Río, M. T. 2012. Evolución nutricional en vides durante la temporada a partir de información publicada en la literatura. *Antumapu Profesional.* 1(1):1-9.
- 4 Candolfi-Vasconcelos, M. C.; Castagnoli, S. and Baham, J. 1997. Grape Rootstocks and Nutrient Uptake Efficiency. *In: Annual Meeting of the Oregon Horticultural Society.* 221-228 pp.
- 5 Catalina, A.; Matei, P. M.; González, R.; González, M. R. y Martín, P. 2014. Relaciones entre niveles de asimilación de nutrientes y calidad de la uva en viñedos cv. Tempranillos afectados por clorosis férrica. *Acta Hort.* 16(1):96-101.
- 6 Christensen, P. and Kearney, U. C. 2000. Use of tissue analysis in viticulture. *Cooperative Extension Work in Agriculture the University of California.* 10:1-9.
- 7 Di Filippo, M. L. 2008. Influencia de seis portainjertos de vid sobre el comportamiento vitícola de la cv. Malbec y estudio de las relaciones hídricas que se establecen. MSc Universidad Nacional de Cuyo. Argentina. 70 p.
- 8 Díaz, I.; Torre, V. B. L.; Campillo, G. M. D. C. y Castellet, J. T. 2013. Prevención y corrección de la clorosis férrica en el viñedo. *Vida Rural.* 364:42-46.
- 9 Etchevers, B. J.; Merino H. R.; Vidal, P. I.; Riquelme, F. E. y Llanos, R. F. 1983. Prospección nutricional en viñedos de la zona de la costa de la VIII Región. *Agricultura Técnica.* 43(1):13-20.
- 10 Fallas, R.; Bertsch, F.; Miranda, E. y Henríquez, C. 2010. Análisis de crecimiento y absorción de nutrimentos de frutos de mango, cultivares Tommy Atkins y Keith. *Agronomía Costarricense.* 34(1):01-15.
- 11 Fernández, P.; García, F. y Fernández, J. 2014. Estimación de las extracciones de nutrientes en el cultivo de cerezo en la Región de Murcia. Implicaciones del nitrógeno. *Actas de Horticultura.* 66:167-175.
- 12 Fuchs, M.; González, L.; Antón, R. y Díaz, E. 2000. Efecto del bicarbonato de sodio sobre el crecimiento de suspensiones celulares de caña de azúcar. *Agronomía Tropical.* 50(4):615-631.
- 13 Heinritz, C. C.; Riaz, S.; Tenscher, A. C.; Romero, N. and Walker, M. A. 2020. Survey of chloride exclusion in grape germplasm from the southwestern United States and Mexico. *Crop Sci.* 60(4):1946-1956.
- 14 Holzapfel, B. P. and Treeby, M. T. 2007. Effects of timing and rate of N supply on leaf nitrogen status, grape yield and juice composition from Shiraz grapevines grafted to one of three different rootstocks. *Aust. J. Grape Wine Res.* 13(1):14-22.
- 15 Hopkins, W. G. and Hüner, N. P. A. 2008. *Introduction to plant physiology.* Wiley. Estados Unidos de América. 528 p.
- 16 Laibarra, I. R.; Rueda, I. M.; Lorenzo-Iñigo, I.; García-Oliveras, C.; Villar-Rubio, M. T.; López-Llaría, D.; Ibáñez-Pascual, S.; Arroyo-De-Grandes, M. C. y García-Escudero, D. E. 2004. Diagnóstico nutricional de "*Vitis vinifera*" L. CV tempranillo en la DO Ca. Rioja: niveles críticos preliminares. *Zubía.* 16:41-57.

- 17 Martin, L. and Vila, H. 2013. Evaluación de tolerancia al NaCl en cultivares viníferas y portainjertos híbridos del género *Vitis*. *Rev. FCA UNCuyo*. 45(2):165-180.
- 18 Medina, M. C.; Medina-Moreno, E.; Aguilar-Pérez, J. H. y García-Garza, S. J. 1999. Aspersiones foliares de manganeso y cobre en nogal pecanero. *Terra Latinoam*. 17(9):317-323.
- 19 Millard, P. and Grelet, G. A. 2010. Nitrogen storage and remobilization by trees: ecophysiological relevance in a changing world. *Tree Physiol*. 30(9):1083-1095.
- 20 Millard, P. and Thomson, C. M. 1989. The effect of the Autumn senescence of leaves on the internal cycling of nitrogen for the spring growth of apple trees. *J. Exp. Bot*. 40(11):1285-1289.
- 21 Muñoz, I. y González, H. 1999. Uso de portainjertos en vides para vino: aspectos generales. *Informativo La Platina*. 6:1-4.
- 22 Muñoz, N.; Guerri, J.; Legaz, F. and Primo, M. E. 1993. Seasonal uptake of ¹⁵N-nitrate and distribution of absorbed nitrogen in peach trees. *Plant Soil*. 150:263-269.
- 23 Navarro, J.; Mataix, J.; Sánchez, A. J. y Juárez, M. 1991. Incidencia de la fertilización foliar de quelatos de hierro y micronutrientes en los niveles de N, P, K, Ca, Mg y Na en hojas de *Vitis vinifera* cv. Aledo. *Suelo y Planta*. 1:127-138.
- 24 Ojeda-Barrios, D. L.; Rodríguez-Andujo, A.; López-Ochoa, G.; Leyva-Chávez, A. y García-Muñoz, S. 2012. Aspectos para considerar por los viticultores de Chihuahua en la nutrición de vid para vino. *Tecnociencia*. 6(2):77-83.
- 25 Ollat, N.; Bordenave, L.; Tandonnet, J. P.; Boursiquot, J. M. and Marguerit, E. 2014. Grapevine rootstocks: origins and perspectives. *In: I International Symposium on Grapevine Roots*. 1136:11-22.
- 26 Ozdemir, G.; Sabir, A. and Tangolar, S. 2010. The effects of different nitrogen doses on yield, quality and leaf nitrogen content of some early grape cultivars (*V. vinifera* L.) grown in greenhouse. *Afr. J. Biotechnol*. 9(32):5108-5112.
- 27 Romero, L. I.; Martín, R. I.; Lorenzo, I. I.; García, O. C.; Villar, R. M. T.; López, L. D.; Ibáñez, P. S.; Arroyo, D. G. M. C. y García-Escudero, D. E. 2004. Diagnóstico nutricional de *Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo en la DO Ca. Rioja: niveles críticos preliminares. *Zubía Monográfico*. 16:41-57.
- 28 Sarmiento, R.; García, J. L.; Grande, M. C.; Villalón, M. C.; De Castro, A. y Mazuelos, C. 1992. Niveles críticos y equilibrios óptimos de macronutrientes en la fertilización diferenciada de la vid. *Suelo y Planta*. 2:651-661.
- 29 Schaller, K. and Löhnertz, O. 1990. Investigations on the nutrient uptake efficiency of different grape root-stock species and cultivars. *In: genetic aspects of plant mineral nutrition*. El Bassam, N.; Dambroth, M. and Loughman, B. C. Springer Netherlands. Dordrecht. 85-91 pp.
- 30 Sierra, C. 2001. Fertilización en vides de mesa. Centro Regional de Investigación Intihuasi. La Serena, Chile. 56 p.
- 31 Srinivasan, C. and Mullins, M. G. 1981. Physiology of flowering in the grapevine-a review. *Am. J. Enol. Vitic*. 32(1):47-63.
- 32 Winkler, A. J.; Cook, J. A.; Kliewer, W. M. and Lider, L. A. 1974. General viticulture. University of California Press. Berkley. 710 p.
- 33 Zhou-Tsang, A.; Wu, Y.; Henderson, S. W.; Walker, A. R.; Borneman, A. R.; Walker, R. R. and Gilliam, M. 2021. Grapevine salt tolerance. *Australian J. Grape Wine Res*. 27(2):149-168. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12487>.

Efecto de la uva y el portainjerto sobre la asimilación de iones del suelo en Cuauhtémoc, Chihuahua

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 May 2023
Date accepted: 01 August 2023
Publication date: 25 October 2023
Publication date: October 2023
Volume: 14
Issue: 7
Electronic Location Identifier: e2979
DOI: 10.29312/remexca.v14i7.2979

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

Vitis vinifera L.

absorción de nutrientes

nutrición

portainjerto.

Counts

Figures: 7

Tables: 0

Equations: 0

References: 33

Pages: 0