

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS



USO DE PORTAINJERTOS EN VIDES:

ESTUDIO DE LARGO PLAZO EN EL VALLE DE ELQUI, REGIÓN DE COQUIMBO

Autores:

Antonio Ibacache G.

Carmen Jopia G.

Nelson Rojas P.



USO DE PORTAINJERTOS EN VIDES:

ESTUDIO DE LARGO PLAZO EN EL VALLE DE ELOUI, REGIÓN DE COQUIMBO

Autores:

Antonio Ibacache G.

Carmen Jopia G.

Nelson Rojas P.

INIA INTIHUASI

La Serena, Chile, 2013

Autores:

Antonio Ibacache G., Ingeniero Agrónomo M.Sc.
Carmen Jopia G., Ingeniera en Ejecución Agrícola
Nelson Rojas P., Técnico Agrónomo

Director Responsable:

Francisco Meza A., Director Regional INIA Intihuasi

Comité Editor:

Gabriel Sellés Sch., Ingeniero Agrónomo Dr., INIA La Platina
Andrés Zurita S., Ingeniero Agrónomo Dr. INIA Intihuasi
Gabriel Marfán F., Ingeniero Agrónomo Mg. Cs. Exportadora Subsole S.A.

Editor de Forma:

Erica González V., Encargada de Biblioteca, INIA-Intihuasi

Boletín INIA N° 270

Cita Bibliográfica Correcta

Ibacache G., Antonio, C. Jopia G. y N. Rojas P. 2013. Uso de portainjertos en vides: estudio de largo plazo en el Valle de Elqui, Región de Coquimbo. 100 p. Boletín INIA N° 270. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile.

© 2013. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Centro Regional de Investigación Intihuasi. Colina San Joaquín S/N, La Serena, Centro Experimental Vicuña, Camino a Peralillo S/N, Vicuña, Teléfono (56-51) 2411231, Casilla 73, Región de Coquimbo.

ISSN 0717 - 4829

Autorizada la reproducción total o parcial citando la fuente y/o autores.

Diseño y Diagramación: Jorge Berríos V., Diseñador Gráfico.

Impresión: Salesianos Impresores S.A.

Cantidad de ejemplares: 1.000

La Serena, Chile, 2013.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al señor Alberto Aguirre B., dueño del Vivero Rinconada Chile, y a los funcionarios del Centro Experimental Vicuña María Isabel Rojas M., Elizabeth Pastén T., Patricia Kam P., Cristián González P., Ricardo Azola R. y Ramón Ramos M., por su valiosa contribución en el presente estudio, financiado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	8
---------------------	---

CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN

DE PORTAINJERTOS	10
-------------------------	----

Vigor, producción y calidad de fruta	11
Nematodos	15
Textura de suelo	16
Salinidad	16
Carbonatos	17
Sequía	18
Compatibilidad y Afinidad	19

CARACTERÍSTICAS DE

LOS PORTAINJERTOS	21
--------------------------	----

Salt Creek (Ramsey) (<i>Vitis champinii</i>)	21
Freedom (<i>Vitis champinii</i> x Courdec 1613)	22
Harmony (<i>Vitis champinii</i> x Courdec 1613)	22
Courdec 1613 (<i>Vitis solonis</i> x <i>Vitis vinifera</i>) x (<i>Vitis labrusca</i> x <i>Vitis riparia</i>)	22
Richter 99 (<i>Vitis berlandieri</i> x <i>Vitis rupestris</i>)	22

Richter 110	
(<i>Vitis berlandieri</i> x <i>Vitis rupestris</i>) _____	23
Ruggeri 140	
(<i>Vitis berlandieri</i> x <i>Vitis rupestris</i>) _____	23
Paulsen 1103	
(<i>Vitis berlandieri</i> x <i>Vitis rupestris</i>) _____	23
SO4	
(<i>Vitis berlandieri</i> x <i>Vitis riparia</i>) _____	23
Saint George	
(<i>Vitis rupestris</i>) _____	23

ESTUDIO DE PORTAINJERTOS

EN UVA DE MESA _____	24
Metodología _____	24
Resultados en la variedad	
Flame Seedless _____	28
Vigor _____	28
Compatibilidad _____	30
Producción _____	31
Calidad de fruta _____	32
Brotación y fructificación _____	35
Concentración de	
nutrientes minerales _____	35
Resultados en la variedad	
Red Globe _____	38
Vigor _____	38
Compatibilidad _____	39
Producción _____	39
Calidad de fruta _____	41
Brotación y fructificación _____	42

Concentración de nutrientes	
minerales _____	43
Resultados en la variedad Sultanina ____	45
Vigor _____	45
Compatibilidad _____	46
Producción _____	47
Calidad de fruta _____	48
Brotación y fructificación _____	49
Concentración de nutrientes	
minerales _____	51
Resultados en la variedad	
Superior Seedless _____	53
Vigor _____	53
Compatibilidad _____	54
Producción _____	54
Calidad de fruta _____	56
Brotación y fructificación _____	57
Concentración de	
nutrientes minerales _____	59
ESTUDIO DE PORTAINJERTOS	
EN UVA PISQUERA _____	61
Metodología _____	61
Resultados en la variedad Moscatel	
de Alejandría _____	64
Vigor _____	64

Compatibilidad _____	66
Producción _____	67
Calidad de la fruta _____	71
Brotación y fructificación _____	73
Concentración de nutrientes minerales _____	74
Resultados en la variedad	
Moscatel Rosada _____	76
Vigor _____	76
Compatibilidad _____	77
Producción _____	77
Calidad de fruta _____	79
Brotación y fructificación _____	82
Concentración de nutrientes minerales _____	83
LOS PORTAINJERTOS Y	
EL SISTEMA RADICULAR _____	86
Introducción _____	86
Metodología _____	87
Resultados _____	89
CONCLUSIONES GENERALES _____	93
BIBLIOGRAFÍA _____	97

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Catastro Frutícola del año 2011, en Chile existe una superficie de 53.869 hectáreas plantadas con uva de mesa, cuyo destino es la exportación. De esta superficie, 18.648 hectáreas (34,6%), se localizan en el denominado Norte Chico (Regiones de Atacama y Coquimbo), cuyas condiciones climáticas, caracterizadas por altas temperaturas y ausencia de lluvias durante el ciclo anual de las vides, permiten la cosecha durante un amplio período de tiempo (noviembre a abril).

La viticultura del Norte Chico se caracteriza también, por la presencia de una importante superficie plantada con variedades de uva destinadas a la elaboración de Pisco, producto que puede ser producido sólo en los valles de las regiones de Atacama y Coquimbo. Las especiales condiciones climáticas de la zona, hacen posible la obtención de fruta con alto contenido de azúcar y aromas, requisitos indispensables para la elaboración de Pisco. Según el Censo Agropecuario y Forestal 2007, existe una superficie de 10.504 hectáreas de vides pisqueras, las que mayoritariamente se ubican en la Región de Coquimbo (9.812 hectáreas).

La mayor parte de la superficie con vides, se encuentra establecida con plantas sobre sus propias raíces. Sin embargo, en los últimos años se ha observado un creciente interés por

parte de los productores en el uso de portainjertos. Se estima que en el Norte Chico existen alrededor de 3.500 hectáreas de uva de mesa con plantas injertadas. En el caso de la industria pisquera, el uso de portainjertos es incipiente, estimándose una superficie de 400 hectáreas plantadas con esta tecnología. En general, los portainjertos más usados son Freedom, Harmony, Paulsen 1103 y Salt Creek (Ramsey).

Por tratarse de un tema técnico relativamente nuevo, los productores de uva enfrentan algunas dificultades, entre las que destacan: desconocimiento sobre el portainjerto requerido para una condición específica de clima y suelo, falta de conocimiento sobre los efectos que el portainjerto provoca en la variedad injertada, y como consecuencia se desconoce el manejo técnico (fertilización, riego, poda), para una determinada combinación (variedad-portainjerto-clima-suelo). La falta de información técnica, se relaciona con la escasez de estudios de largo plazo con portainjertos en el país.

Con el propósito de obtener información sobre la influencia que los portainjertos ejercen en el vigor, producción y calidad de fruta en vides, en una condición de clima cálido, propio de los valles del Norte Chico, el INIA realizó un estudio de largo plazo con cuatro variedades de uva de mesa, dos variedades de uva pisquera y diez portainjertos de origen americano. Los resultados del estudio se dan a conocer en el presente Boletín.

CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE PORTAINJERTOS

En Chile no ha sido necesario usar portainjertos en vides, debido a la ausencia en nuestros suelos del insecto denominado filoxera (*Daktulosphaira vitifolii*, Fitch), causante de la muerte de plantas y como resultado, del uso obligado de portainjertos resistentes en los principales países productores de uva. Sin embargo, el uso comercial de portainjertos se ha intensificado en los últimos quince años en la viticultura nacional para dar respuesta, principalmente, al problema del decaimiento de los parrones (a los 10-15 años de edad), como consecuencia de problemas de compactación de suelo, deficiente infiltración del agua de riego, incremento significativo de las poblaciones de nematodos, insectos, hongos y bacterias en el suelo, y a las sobreproducciones que agotan prematuramente las plantas.

El decaimiento de los parrones, se manifiesta en una reducción severa del vigor de las plantas y de la producción y la calidad de la fruta. Como resultado, las vides deben ser reemplazadas en el mismo lugar de la plantación anterior (replante), debido a la falta de nuevos suelos, y para aprovechar la estructura de soporte (postes y alambres), del sistema de conducción.

Existe evidencia práctica, que la labor de replante provoca un pobre crecimiento de las nuevas plantas, debido a los

factores limitantes de suelo ya descritos. Además, la productividad y longevidad de las nuevas plantas es menor, afectando seriamente el éxito económico de la replantación. Así, el uso de portainjertos se muestra como la estrategia más apropiada para superar el problema del replante, pues algunos son capaces de incrementar el vigor de las variedades que se injertan sobre ellos, cuando se establecen en suelos de baja calidad.

Los factores más importantes que se deben considerar para la elección de un portainjerto en los valles del Norte Chico, se relacionan directamente con la condición de aridez del área, destacando los siguientes: incremento del vigor, aumento de la producción y calidad de fruta, limitaciones físicas y químicas de suelo (textura, salinidad, boro, carbonatos), sequía y presencia de nematodos en el suelo.

En resumen, para la elección de un portainjerto, se deben considerar dos aspectos principales: a) la influencia del portainjerto sobre la producción y la calidad de la fruta en una variedad específica y b) la tolerancia del portainjerto a factores biológicos, físicos y químicos del suelo en un sitio específico.

Vigor, producción y calidad de fruta

En la elección del portainjerto se debe tener en cuenta el vigor del mismo, puesto que influye en la producción, calidad y época de maduración.

En general, los portainjertos vigorosos, incrementan la producción por planta, pero reducen el contenido de azúcar en las bayas y retrasan la maduración. Así, estos portainjertos deben ser usados apropiadamente en suelos fértiles (disminuyendo la densidad de plantación y el uso de fertilizante). Sin embargo, variedades relativamente débiles como Prime y Sable necesitan portainjertos vigorosos incluso en buenos suelos. Adicionalmente, variedades productivas como Red Globe se desarrollan muy bien en condiciones de alto vigor. Contrariamente, en zonas áridas con suelos de pobre calidad, la falta de vigor y las bajas producciones, se pueden corregir con la utilización de portainjertos vigorosos.

Los portainjertos de vigor moderado a débil, resultan por otro lado, en menores producciones, mayor calidad y cierto adelanto en la maduración. Pueden ser usados principalmente en suelos de alta fertilidad.

El vigor conferido por el portainjerto a la variedad que se injerta sobre él, es una importante propiedad fisiológica, que influencia el desarrollo vegetativo y reproductivo de las vides. La función primaria de los portainjertos en suelos con problemas (fertilidad, nematodos, sales), es mantener o incrementar el crecimiento total de las plantas. Cualquier aumento en el crecimiento vegetativo, si es manejado apropiadamente, puede contribuir directamente a un mayor rendimiento por planta, al permitir la retención de una mayor cantidad de yemas, en la poda. Aún en ausencia de problemas específicos de suelo, las plantas injertadas pueden ser

más productivas que aquellas no injertadas, especialmente si se considera una evaluación de largo plazo (sobre 20 años).

Bajos rendimientos pueden ser obtenidos cuando se utilizan portainjertos que inducen un crecimiento vegetativo excesivo. Este problema ocurre cuando se planta en un suelo fértil con una densidad de plantación muy alta y/o con un manejo de fertilización no adecuado. En esta condición, la cuaja es pobre y la cantidad y calidad de los racimos es baja, como consecuencia de un rápido crecimiento de los brotes durante los períodos de cuaja, inducción y diferenciación floral (**Foto 1**). La presencia de un follaje denso puede agravar esta situación al impedir una adecuada penetración de luz para un óptimo proceso de inducción.



Foto 1. Crecimiento excesivo de los brotes en la variedad Flame Seedless, sobre el portainjerto Harmony.

Se ha observado que, en general, las variedades injertadas sobre portainjertos vigorosos acumulan altas cantidades de nitratos en los pecíolos en la época de floración, factor que se asocia a bajos porcentajes de cuaja en los racimos.

El efecto de los portainjertos sobre la calidad de la fruta (color, peso, tamaño, composición química), puede ser considerado como el resultado de una interacción fisiológica entre el clima, suelo, raíces y variedad injertada, la cual afecta la carga frutal, el crecimiento vegetativo y el nivel nutricional de las vides.

Diversos estudios han demostrado que los portainjertos alteran los contenidos de azúcar y ácidos orgánicos, además del pH en el jugo de las bayas, de variedades destinadas a la elaboración de vino. Estos cambios se relacionan estrechamente con la influencia de los portainjertos sobre la relación área foliar/carga frutal.

Los portainjertos pueden influir también, en la fecha de maduración de la variedad injertada. La fecha de maduración es particularmente importante para productores de uva de mesa, que buscan un beneficio económico asociado a un mercado específico. En general, los portainjertos que confieren poco vigor, adelantan la maduración y mejoran la coloración. Contrariamente, aquellos que inducen un crecimiento profuso, retrasan la maduración y la coloración es pobre.

Según el vigor otorgado al injerto, la literatura clasifica a los portainjertos en aquellos de vigor alto (Ruggeri 140, Salt Creek y Saint George), vigor moderado a alto (Harmony, Freedom, SO4, Richter 99, Richter 110 y Paulsen 1103) y vigor moderado (Courdec 1613 y 101-14 Mgt). Al respecto, se debe tener presente que el tipo de suelo ejerce una fuerte influencia sobre el vigor que cada portainjerto confiere a la variedad injertada. Por ello, la clasificación de vigor de los portainjertos puede variar de un país a otro.

Nematodos

La presencia de altas poblaciones de nematodos, afecta negativamente el vigor de las plantas, siendo uno de los factores que mayormente limita la producción y calidad de fruta en los parrones del Norte Chico. Los nematodos que alcanzan las más altas poblaciones en suelos livianos, son los endoparásitos *Meloidogyne* y *Pratylenchus*, que viven casi todo su ciclo biológico dentro de las raíces, causándole deformaciones y necrosis. En suelos de textura más pesada, se encuentran en mayor proporción los ectoparásitos como *Xiphinema*, que provocan daño debido a su capacidad de transmitir virus. Los portainjertos Harmony, Freedom, Salt Creek, SO4, Courdec 1613 y Ruggeri 140, son reportados como tolerantes a nematodos, especialmente a los del tipo endoparásitos.

Textura de suelo

En los valles del norte del país, es posible encontrar suelos que varían en textura desde arenosos hasta arcillosos, prevaleciendo los suelos de textura liviana (arenosa a franco arenosa). Los portainjertos Harmony, Freedom, Salt Creek y Ruggeri 140 tienen, en general, un buen comportamiento cuando se les utiliza en suelos arenosos.

En suelos pesados (arcillosos, franco arcillosos), donde el manejo del agua de riego es relevante para evitar problemas de asfixia radicular, portainjertos como Richter 99, 110 y Paulsen 1103, se reportan como adecuados.

Salinidad

Suelos salinos y/o con altos contenidos de boro, se encuentran en algunas áreas productoras de vides en el Norte Chico. Los suelos salinos se caracterizan por poseer una alta cantidad de sales solubles (cloruros y sulfatos de sodio, calcio y magnesio), que afectan adversamente el crecimiento de las plantas. Valores de salinidad superiores a 2,5 dS/m, pueden provocar disminuciones de 10% o más en el rendimiento de las plantas. Aunque los portainjertos adaptados a la salinidad (Salt Creek, Ruggeri 140, Richter 99, Harmony y Paulsen 1103), pueden mejorar el resultado económico de los parrones, ellos no son totalmente tolerantes y su uso no impide las prácticas de manejo para prevenir la acumulación de sales en el suelo.

La acumulación de boro en el suelo, se asocia directamente a la presencia del ion en el agua de riego. Una concentración de 1 parte por millón o 1 miligramo por litro en el agua, puede inducir severos síntomas de toxicidad en las hojas y reducción significativa del rendimiento. Se desconocen antecedentes sobre la tolerancia de los portainjertos comerciales a la presencia de altos niveles de boro en el agua de riego y el suelo.

Carbonatos

Una importante superficie de parrones en el Norte Chico, se encuentra establecida sobre suelos con un elevado contenido de cal activa, la cual fija el hierro e impide su normal absorción. Como resultado se produce una severa sintomatología de clorosis férrica en las hojas y brotes de las plantas afectadas (**Foto 2**). Se estima que una concentración de 7 a 10% de carbonato de calcio en el suelo, es suficiente para inducir el problema en especies sensibles.



Foto 2. Clorosis férrica inducida por presencia de carbonatos en el suelo, en variedad Red Globe, injertada sobre Harmony.

Ruggeri 140, Salt Creek y SO4, son portainjertos considerados tolerantes a los carbonatos.

Sequía

La agricultura consume la mayor parte del agua fresca disponible en el mundo. Se espera que con el incremento de la población y el cambio climático, la disponibilidad de agua para riego se reduzca significativamente en el futuro. Esta situación se acentúa en una zona semiárida como el Norte Chico de nuestro país, donde la pluviometría anual ha disminuido notoriamente en los últimos 100 años y la condición de sequía suele ser un factor limitante para la viticultura regional. Así, el aumento de la eficiencia en el uso del agua de los parrones (rendimiento/agua transpirada), manteniendo a la vez la rentabilidad del negocio, es esencial para el éxito futuro de la industria.

Un mecanismo para optimizar el uso del agua, es la utilización de portainjertos más eficientes en plantaciones nuevas o de replante. La habilidad de una planta injertada para resistir la sequía, depende de sus rasgos asociados a la absorción de agua (tamaño, densidad y distribución del sistema radicular) y aquellos asociados con el uso del agua (tamaño de las hojas, estructura y densidad de los estomas). Sin embargo, la tolerancia a la falta de agua dependerá del tipo de suelo, del clima y de la interacción fisiológica entre el portainjerto y la variedad. Estudios realizados en el extranjero señalan a Ruggeri 140 y Richter 110, como portainjertos

altamente tolerantes a la sequía, y Paulsen 1103, Richter 99 y Salt Creek, como tolerantes.

Compatibilidad y Afinidad

En la elección de un portainjerto, es también importante conocer su grado de compatibilidad y afinidad con la variedad injertada.

Se define como compatibilidad, la formación de una unidad productiva exitosa, resultado de una unión funcional entre el portainjerto y la variedad. Contrariamente, la imposibilidad de producir una unión apropiada y un desarrollo satisfactorio de la planta, se conoce como incompatibilidad.

En general, no existen problemas de incompatibilidad entre las variedades comerciales de uva (*Vitis vinifera*), y los portainjertos americanos mayormente utilizados. Una excepción ha sido reportada en Australia, donde la variedad Muscat Gordo Blanco (sinonimia de Moscatel de Alejandría), es incompatible con el portainjerto Ramsey (Salt Creek). Los síntomas se manifiestan en un escaso crecimiento, cuaja deficiente y muerte del ápice de los brotes. La causa de esta condición es desconocida. La incompatibilidad puede ser detectada en el vivero o posteriormente en el campo.

Se ha sugerido que el crecimiento anormal de la unión del injerto, puede ser considerado como una medida de incompatibilidad. Este se expresa como la relación del perímetro

o diámetro del portainjerto, respecto del perímetro o diámetro del injerto (variedad), (**Foto 3**).

En estudios preliminares, los términos compatibilidad y afinidad, fueron usados indistintamente para indicar la armonía existente entre la variedad y el portainjerto después de la injertación. Actualmente, existe consenso en definir el término afinidad como la compleja relación fisiológica y bioquímica entre la variedad y el portainjerto, la que puede afectar positiva o negativamente el comportamiento vegetativo y productivo de la planta injertada. Algunos ejemplos de esa relación son la absorción y utilización de nutrientes, translocación de agua y nutrientes y alteraciones en la concentración y translocación de sustancias reguladoras de crecimiento y distribución de fotoasimilados.



Foto 3. Sobrecrecimiento del injerto (Moscatel de Alejandría), respecto del portainjerto (Salt Creek).

CARACTERÍSTICAS DE LOS PORTAINJERTOS

La viticultura tradicional chilena, se ha desarrollado en base a plantas establecidas sobre sus propias raíces (plantas francas) y todas las variedades, independiente del destino de la producción (mesa, pisco, vino), pertenecen al mismo género y especie: *Vitis vinifera*. Contrariamente, los portainjertos que se utilizan comercialmente en el país tienen un origen genético diferente y corresponden a especies diferentes (*Vitis berlandieri*, *Vitis riparia*, *Vitis rupestris*). Este material vegetal tiene su origen en la región norte de América, (Estados Unidos) y los portainjertos pueden pertenecer a una especie específica o pueden ser un híbrido entre dos o más especies. A continuación, se describen las principales características reportadas en la literatura de los portainjertos más usados:

- **Salt Creek (Ramsey) (*Vitis champinii*).**

Otorga alto vigor a la variedad injertada sobre él, se recomienda para suelos arenosos y francos con baja fertilidad; tolerante a la salinidad, a la sequía y a la presencia de carbonatos en el suelo; puede retrasar la maduración y reducir el color de la fruta; resistente a los nematodos, excepto a *Xiphinema index*; incrementa los contenidos de nitrógeno y fósforo en los pecíolos; difícil de enraizar e incompatible con la variedad Moscatel de Alejandría.

- **Freedom (*Vitis champinii* x Courdec 1613).**

Confiere vigor moderado a alto; resistente a nematodos; apropiado para suelos de textura gruesa con fertilidad relativamente baja, se recomienda en suelos donde se requiere un portainjerto más vigoroso que Harmony y menos vigoroso que Salt Creek.

- **Harmony (*Vitis champinii* x Courdec 1613).**

Confiere vigor moderado a alto; resistente a nematodos, excepto a *Pratylenchus* spp. y *Tylenchulus semipenetrans*; adecuado para suelos arenosos o francos; tiende a producir bayas con alta concentración de potasio y alto pH en el jugo; las estacas enraízan bien y la injertación sobre él, es fácil.

- **Courdec 1613 (*Vitis solonis* x *Vitis vinifera*) x (*Vitis labrusca* x *Vitis riparia*).**

Otorga un vigor moderado y es resistente al nematodo *Meloidogyne* spp; las estacas enraízan sin dificultad y son fáciles de injertar; buen comportamiento en suelos arenosos y francos.

- **Richter 99 (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*).**

Portainjerto de vigor moderado a bajo y muy resistente a la sequía; alta resistencia al nematodo *Meloidogyne* spp. y moderada a *Xiphinema index* y *Pratylenchus* spp; excelente tolerancia a la presencia de carbonatos en el suelo.

- **Richter 110 (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*).**

Características similares a Richter 99, pero se considera que tiene una mayor tolerancia a condiciones de sequía.

- **Ruggeri 140 (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*).**

Portainjerto que favorece un fuerte desarrollo vegetativo y tiende a retrasar la maduración, no se recomienda en suelos fértiles; en algunas variedades pueden existir problemas con el desarrollo del injerto por soldadura deficiente; elevada resistencia a la sequía y buena adaptación a suelos calcáreos (resiste hasta un 20% de cal activa) y salinos, resistencia moderada a baja a los nematodos.

- **Paulsen 1103 (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*).**

Imparte un vigor moderado a alto, buena adaptación a la sequía y a condiciones de alta salinidad y presencia de carbonatos en el suelo; sistema radicular profundo y fuertemente desarrollado, absorbe más fósforo que otros portainjertos; baja o moderada resistencia a los nematodos.

- **SO4 (*Vitis berlandieri* x *Vitis riparia*).**

Vigor moderado a alto; no se recomienda para ser usado en suelos fértiles; escasa tolerancia a la sequía; baja a moderada resistencia a los nematodos.

- **Saint George (*Vitis rupestris*).**

Portainjerto que confiere bastante vigor en las variedades que se injertan sobre él; tolerante a la sequía; no tiene resistencia a los nematodos; fácil de enraizar e injertar.

ESTUDIO DE PORTAINJERTOS EN UVA DE MESA

Metodología

El estudio se realizó entre los años 2001 y 2011, en el Centro Experimental Vicuña (30°02'S, 70°41'O, 630 m.s.n.m.), del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), ubicado en la ciudad de Vicuña en el Valle de Elqui, Región de Coquimbo. De acuerdo con el Sistema de Clasificación Climática Multicriterio, el clima vitícola del área de Vicuña se clasifica como Cálido (IH+2), de Noches muy Frías (IF+2) y de Sequía Fuerte (IS+2). Esta clasificación es similar a la que se presenta en la zona interior de los valles que conforman el Norte Chico.

La clase de Clima Cálido (Índice Heliotérmico IH+2), señala que la acumulación de días-grado (base 10°C) durante el ciclo de crecimiento anual fluctúa entre 2.400 y 3.000, la que satisface los requerimientos de calor para todas las variedades de uva. El índice de Frío Nocturno (IF+2), indica que las temperaturas medias mínimas nocturnas, durante el período que ocurre la maduración (marzo), son inferiores a 12°C. Estas temperaturas favorecen la acumulación de compuestos relacionados con la calidad organoléptica de las variedades pisqueras (p.ej. aromas). El Índice de Sequía (IS), caracteriza el componente hídrico del clima de una región vitícola, tomando en cuenta la demanda atmosférica, la eva-

poración del suelo y la precipitación. El índice IS+2, corresponde a una zona con alta demanda hídrica, debido a la ocurrencia de altas temperaturas diurnas, alta radiación y baja humedad relativa.

Los ensayos incluyeron a las variedades Flame Seedless, Red Globe, Sultanina y Superior Seedless, injertadas sobre los portainjertos Freedom, Harmony, Saint George, Salt Creek (Ramsey), SO4, Courdec 1613, Paulsen 1103, Richter 99, Richter 110 y Ruggeri 140, los que fueron comparados con plantas sobre sus propias raíces (francas). Debido a la muerte de las plantas en el campo, no fue posible evaluar la variedad Red Globe sobre el portainjerto SO4.

Los ensayos fueron establecidos en el invierno de 2001. Un análisis nematológico, previo a la plantación, mostró la presencia de los géneros *Pratylenchus* spp., *Meloidogyne index*, *Criconemoides* spp y *Tylenchulus semipenetrans*. La población de cada especie fue inferior a 18 ejemplares por 250 gramos de suelo. El análisis de fertilidad de suelo, indicó valores de 7,9 para el pH; 2,4% de materia orgánica; 1,0 dS/m, de conductividad eléctrica y contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio equivalentes a 9; 12 y 237 ppm, respectivamente. El análisis físico, no mostró presencia de factores limitantes para el crecimiento de las raíces hasta 1,0 m de profundidad.

Las plantas, aportadas por el Vivero Rinconada Chile, fueron establecidas en un sistema de parrón a una distancia de 3x2 m. La plantación se realizó reemplazando un parrón ya

establecido colocando las plantas injertadas en el mismo hoyo de plantación de las plantas antiguas. El programa de fertilización consistió en aplicaciones de nitrógeno en dosis de 40 unidades por hectárea, en los tres primeros años y posteriormente aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio en dosis de 90, 40 y 50 unidades por hectárea, respectivamente. Como fuentes se utilizaron los fertilizantes nitrato de amonio, fosfato monoamónico y sulfato de potasio. Las aplicaciones se efectuaron a través del sistema de riego por goteo, en forma parcializada entre los meses de agosto y diciembre (brotes de 25 cm de longitud hasta bayas con 8-10 mm de diámetro en promedio).

Los tratamientos (variedad: portainjerto), se dispusieron en un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y tres plantas por tratamiento en cada repetición (**Foto 4**).



Foto 4. Disposición de los tratamientos (variedad:portainjerto) en el campo.

Para determinar el efecto de los portainjertos sobre el comportamiento vegetativo y productivo de las variedades de uva de mesa, se realizaron las siguientes evaluaciones:

- **Vigor:** peso de poda (madera del año), medido en el mes de julio.
- **Compatibilidad:** relación entre el perímetro del tronco de la variedad y del portainjerto (perímetro medido a 10 cm sobre y bajo la unión del injerto).
- **Producción:** kilos por planta, registrados cuando las plantas sin injertar alcanzaron el índice de madurez (color en Flame Seedless y Red Globe y relación sólidos solubles: acidez en Sultanina y Superior Seedless).
- **Calidad de fruta:** al momento de la cosecha, se recolectaron al azar 10 racimos por tratamiento y repetición para determinación de peso de racimo. Luego se removieron todas las bayas de cada racimo, para registrar el peso de raquis y el número de bayas por racimo. Una muestra de 100 bayas, se utilizó para determinación de peso y calibre ecuatorial de ellas. La misma muestra, fue macerada manualmente y en el jugo obtenido se determinó el contenido de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), utilizando un refractómetro manual marca Atago modelo ATC-1E, acidez (por titulación con NaOH 0,1N a pH 8,2) y pH con un equipo marca Jenway modelo 3010.

- **Porcentaje de brotación y fructificación:** se determinó el cociente entre el número de yemas brotadas y el número total de yemas por planta (brotación) y el cociente entre el número total de racimos y el número total de yemas (fructificación).
- **Concentración foliar de nutrientes minerales:** en muestras de 100 pecíolos por tratamiento y repetición tomadas en el estado fenológico de plena flor y analizadas en el Laboratorio de Análisis Foliar, del Centro Experimental Vicuña, se determinó la concentración de nitrógeno total, fósforo, potasio, calcio, magnesio, zinc, manganeso y cobre.

Resultados en la variedad Flame Seedless

- **Vigor**

Existe evidencia extranjera que demuestra la importante influencia que ejercen los portainjertos sobre el vigor, medido como peso total de todos los brotes por planta durante la poda (peso de poda). En general, los portainjertos de *Vitis champinii* y *Vitis rupestris* y sus híbridos, tienden a producir plantas con alto vigor, mientras que *Vitis riparia* y sus híbridos producen plantas de bajo vigor.

En la variedad Flame Seedless, los portainjertos Salt Creek y Harmony, registraron pesos de poda promedio de 9 años, superiores en 2,7 veces a las plantas sobre sus propias raíz-

ces (francas), (**Figura 1**). Valores intermedios de peso de poda, fueron obtenidos con SO4, Richter 110, Paulsen 1103 y Freedom. Saint George, fue el único portainjerto que no incrementó el peso de poda, respecto de las plantas francas.

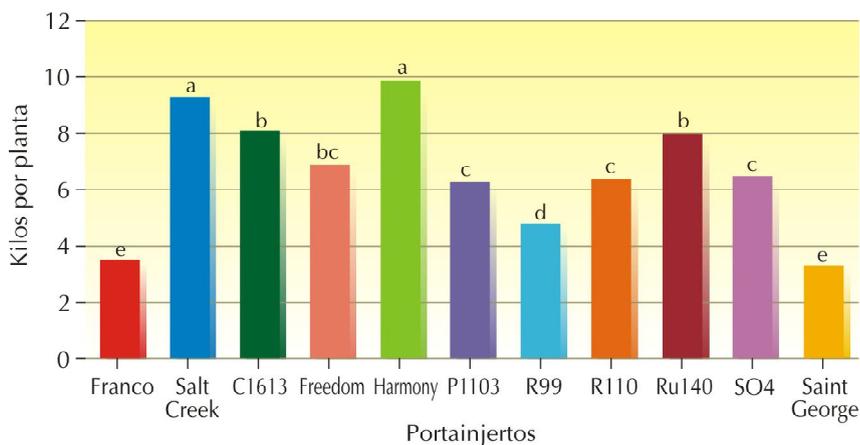


Figura 1. Peso de poda en variedad Flame Seedless. Promedio de 9 años (2003-2011). Letras iguales indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

En diversos estudios se han observado marcadas diferencias entre las combinaciones variedad: portainjerto, respecto de la relación entre el vigor y el rendimiento o producción. Algunas combinaciones de bajo vigor tienen altos rendimientos, otras tienen alto vigor y alto rendimiento y otras tienen bajo vigor y también bajo rendimiento. El vigor excesivo en plantas injertadas es una situación que normalmente resulta en reducción de la producción y de la calidad de la fruta y que se relaciona con un manejo inapropiado de fertilización y del agua de riego.

- **Compatibilidad**

El crecimiento anormal de la unión del injerto ha sido relacionado con una incompatibilidad entre el portainjerto y la variedad. Se sugiere que la relación entre el perímetro del tronco de la variedad y el perímetro del tronco del portainjerto, es un buen indicador de potenciales problemas de productividad en vides injertadas. La relación ideal observada está entre 0,75 y 1,25, con probables problemas de producción con relaciones inferiores a 0,75 o superiores a 1,33.

En una situación perfecta de unión del injerto (relación 1,0), se espera una excelente complementación entre las partes (variedad: portainjerto) y un mejor crecimiento vegetativo debido a una mayor acumulación de nutrientes. Sin embargo, algunos ensayos han demostrado que diferentes grados de relación variedad: portainjerto, no tienen efectos adversos en el crecimiento de las vides.

La **Figura 2** muestra que en la variedad Flame Seedless ninguno de los portainjertos modificó negativamente el grosor del tronco de la variedad. Aunque no se encontraron problemas de incompatibilidad con la relación variedad: portainjerto, la cual varió entre 0,84 y 1,22 en las diferentes combinaciones, queda claro que los portainjertos indujeron un mayor vigor, según se observa en la Figura 1. Harmony, Salt Creek, SO4 y Richter 110, alcanzaron las mayores relaciones variedad: portainjerto; sin embargo, su efecto en el peso de poda fue diferente: los dos primeros tuvieron los

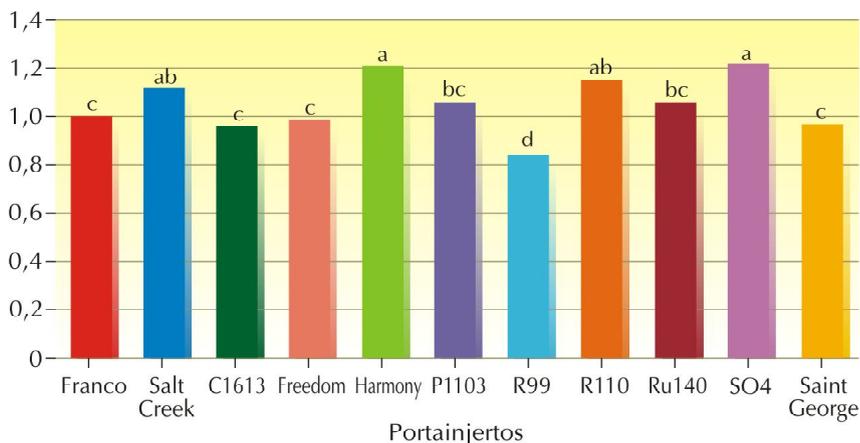


Figura 2. Relación entre el perímetro del injerto (Flame Seedless) y del portainjerto.

mayores pesos de poda y los dos segundos tuvieron pesos de poda de nivel intermedio.

• Producción

El rendimiento o producción por planta, considerando el promedio de nueve años de evaluaciones, varió significativamente entre los portainjertos, con SO4, produciendo el mayor rendimiento; Salt Creek, Harmony y Freedom, alcanzaron rendimientos intermedios y plantas francas y Saint George produjeron, las menores producciones (**Figura 3**).

Al relacionar el vigor de las plantas con la producción, se observó que la mayor producción en la variedad Flame Seedless se alcanzó con un portainjerto de vigor intermedio (SO4). Por otro lado, producciones intermedias (pero significativamente mayores que las plantas francas), fueron obtenidos con portainjertos vigorosos (Harmony y Salt Creek).

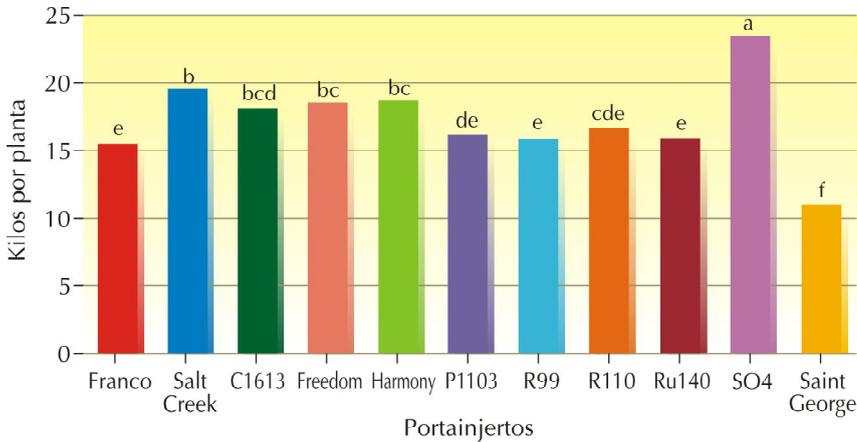


Figura 3. Producción por planta en variedad Flame Seedless. Promedio de 9 años (2003-2011). Letras iguales indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

La estimación de producción exportable señala que para una densidad de plantación de 1.667 plantas/ha (espaciamiento de 3 x 2 m), y con un 70% de fruta exportable por planta, con el portainjerto SO4, se obtienen 3.344 cajas de 8,2 kg netos/ha, producción que es un 51,6% superior a la de plantas francas (2.205 cajas/ha). Por otra parte, los portainjertos Salt Creek, Harmony y Freedom tienen un promedio de 22,4% más de cajas exportables que las plantas sin injertar.

• Calidad de fruta

En el **Cuadro 1**, se muestran los valores de diversos parámetros relacionados con la calidad de la fruta. El mayor número de racimos por planta dejados hasta la cosecha se registró con los portainjertos Harmony y SO4, y el menor número con Saint George. Pesos de racimo y de raquis superiores a las plantas francas fueron alcanzados con los portainjertos SO4

Cuadro 1. Calidad de fruta en variedad Flame Seedless. Promedio de 9 años (2003-2011). Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Nº racimos a cosecha	Peso racimo (g)	Peso raquis (g)	Nº bayas por racimo	Peso baya (g)	Calibre baya (mm)
Franco	25 bc	615,1 c	20,6 c	196 a	3,5 cd	18,8 de
Salt Creek	28 ab	725,0 b	23,9 a	184 a	4,1 a	19,9 a
Courdec 1613	28 ab	675,8 bc	22,0 abc	187 a	3,9 ab	19,4 bc
Freedom	27 abc	702,8 bc	23,0 ab	191 a	3,9 ab	19,3 cd
Harmony	29 a	683,0 bc	22,5 abc	199 a	3,8 bc	19,4 bc
Paulsen 1103	27 abc	616,1 c	22,1 abc	193 a	3,7 bc	19,2 cd
Richter 99	25 bc	627,0 bc	22,1 abc	178 a	3,7 bc	19,2 cd
Richter 110	28 ab	623,3 c	21,3 bc	193 a	3,7 bc	19,2 cd
SO4	29 a	833,3 a	24,0 a	192 a	4,1 a	19,9 a
Saint George	21 d	496,8 d	20,8 c	192 a	3,4 d	18,5 e
Ruggeri 140	25 bc	634,5 bc	21,7 bc	177 a	3,9 ab	19,5 abc

y Salt Creek. Aunque el número de bayas por racimo no fue significativamente diferente entre los portainjertos, Salt Creek y SO4 registraron los mayores pesos y calibre de bayas. Debido a que el calibre de las bayas es un parámetro de calidad relacionado directamente con el precio de venta de la fruta, es relevante el efecto positivo, que ciertos portainjertos ejercen sobre él (**Foto 5**).

Los portainjertos influenciaron los parámetros de composición de la fruta, tal como se muestra en el **Cuadro 2**. Los portainjertos Harmony, Paulsen 1103, Ruggeri 140, Courdec 1613, Richter 110 y Saint George, incrementaron el contenido de sólidos solubles en las bayas, respecto de las plantas



Foto 5. Efecto de portainjerto Harmony, sobre el calibre de bayas en variedad Flame Seedless.

Cuadro 2. Composición de la fruta en variedad Flame Seedless. Promedio de 9 años (2003-2011). Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Sólidos solubles (°Brix)	Acidez (%)	pH
Franco	17,5 ef	0,65 abc	3,10 d
Salt Creek	17,9 cde	0,62 d	3,23 b
Courdec 1613	18,1 bcd	0,66 ab	3,20 bc
Freedom	17,8 de	0,67 a	3,19 bc
Harmony	18,6 a	0,64 bcd	3,28 a
Paulsen 1103	18,4 ab	0,63 cd	3,20 bc
Richter 99	17,9 cde	0,63 cd	3,20 bc
Richter 110	18,3 abc	0,65 abc	3,16 c
SO4	17,3 f	0,63 cd	3,20 bc
Saint George	18,3 abc	0,61 d	3,20 bc
Ruggeri 140	18,4 ab	0,65 abc	3,20 bc

sobre sus propias raíces. En general, el positivo efecto de los portainjertos sobre la acumulación de azúcares en las bayas, sin alterar negativamente la acidez, demuestra que el mayor vigor de las plantas favorece una apropiada relación entre la superficie foliar y la carga frutal. Todos los portainjertos incrementaron el valor de pH, destacando el portainjerto Harmony, asociado a una mayor absorción de potasio.

- **Brotación y fructificación**

La producción de las vides es influenciada en gran medida por los porcentajes de fructificación y brotación, los cuales a la vez, afectan la cantidad de racimos por planta.

Los portainjertos más productivos en la variedad Flame Seedless fueron SO4, Harmony y Salt Creek y tuvieron altos porcentajes de fructificación y brotación, que resultaron en un alto número de racimos por planta, lo cual se presenta en el **Cuadro 3**. Al disponer de un mayor número de racimos en las plantas, se tiene una mayor opción de seleccionar los racimos de mejor calidad durante la labor de ajuste de carga.

- **Concentración de nutrientes minerales**

Se determinó un significativo efecto de los portainjertos sobre la concentración foliar de nutrientes en la variedad Flame Seedless (muestras de pecíolos en plena flor), según se muestra en los **Cuadros 4 y 5**.

Cuadro 3. Porcentajes de brotación y fructificación, número de yemas y total de racimos por planta en variedad Flame Seedless. Promedio de 9 años (2003-2011). Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Brotación (%)	Fructificación (%)	Nº de yemas por planta	Total racimos por planta
Franco	81,3 d	90,4 e	53 b	47 f
Salt Creek	85,4 a	105,9 bc	61 a	63 abc
Courdec 1613	81,2 d	92,8 de	62 a	56 d
Freedom	82,7 bc	93,3 de	62 a	57 cd
Harmony	84,4 ab	113,5 a	60 a	66 a
Paulsen 1103	84,2 ab	107,9 ab	61 a	64 ab
Richter 99	81,8 cd	98,2 d	61 a	59 bcd
Richter 110	82,8 bcd	99,7 cd	61 a	59 bcd
SO4	83,6 abc	105,8 bc	59 a	61 abcd
Saint George	80,7 d	90,5 e	53 b	47 f
Ruggeri 140	80,8 d	94,7 de	59 a	55 de

Los portainjertos (excepto Freedom), aumentaron significativamente la concentración de nitrógeno respecto de las plantas francas, destacando Salt Creek y Harmony, que a su vez registraron los mayores pesos de poda. El mayor efecto de los portainjertos, se observó en la absorción de fósforo. La mayoría de ellos tuvo concentraciones casi dos veces mayor que las plantas francas. La más alta concentración de fósforo, se registró con el portainjerto Salt Creek (2,9 veces mayor que las plantas francas). El mayor efecto en la absorción de potasio, lo presentó el portainjerto Harmony, el cual

Cuadro 4. Concentración foliar de macronutrientes en variedad Flame Seedless. Promedio de 9 años (2003-2011).
 Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Calcio (%)	Magnesio (%)
Franco	0,74 g	0,15 e	1,58 c	1,44 de	0,35 bc
Salt Creek	1,20 a	0,44 a	1,26 cd	1,37 de	0,32 de
Courdec 1613	0,83 ef	0,23 cd	2,19 b	0,97 g	0,24 g
Freedom	0,81 fg	0,18 de	1,52 c	1,20 f	0,22 g
Harmony	1,00 b	0,28 bc	3,14 a	1,72 a	0,36 abc
Paulsen 1103	0,93 bcd	0,30 b	1,02 d	1,46 cd	0,38 ab
Richter 99	0,95 bcd	0,30 b	1,26 cd	1,34 e	0,38 ab
Richter 110	0,91 cde	0,28 bc	0,98 d	1,23 f	0,27 f
SO4	0,88 def	0,26 bc	1,28 cd	1,55 bc	0,29 ef
Saint George	0,97 bc	0,27 bc	1,46 c	1,46 cd	0,34 cd
Ruggeri 140	0,90 cde	0,27 bc	1,41 c	1,62 b	0,39 a
Rango adecuado	0,8-1,2	0,2-0,5	1,3-3,0	1,0-2,5	>0,3

dobló la concentración foliar del nutriente, respecto de las plantas sin injertar. Así mismo Harmony favoreció la mayor absorción de calcio y Ruggeri 140, fue el único portainjerto que incrementó la concentración de magnesio respecto de las plantas sobre sus propias raíces. Ninguno de los portainjertos, aumentó la concentración foliar de los micronutrientes zinc, manganeso y cobre en relación con las plantas francas.

Cuadro 5. Concentración foliar de micronutrientes en variedad Flame Seedless. Promedio de 9 años (2003-2011). Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Zinc (mg/kg)	Manganeso (mg/kg)	Cobre (mg/kg)
Franco	68 a	119 a	10 a
Salt Creek	70 a	90 b	10 a
Courdec 1613	54 b	46 e	7 cde
Freedom	47 bcd	81 bc	8 bcd
Harmony	43 cde	66 d	6 f
Paulsen 1103	41 de	85 b	8 bcd
Richter 99	54 b	81 bc	8 bcd
Richter 110	38 e	70 cd	8 bcd
SO4	51 bc	50 e	7 cde
Saint George	47 bcd	57 de	7 cde
Ruggeri 140	40 de	66 d	9 ab
Rango adecuado	>25	25-200	6-10

Resultados en la variedad Red Globe

- **Vigor**

Los portainjertos Salt Creek, Freedom, Courdec 1613 y Harmony, registraron pesos de poda superiores en 2,5; 2,3; 2,1 y 1,9 veces a las plantas francas, respectivamente (**Figura 4**). El resto de los portainjertos, no aumentó significativamente este parámetro. Cabe señalar que en la variedad Red Globe, no se utilizó el portainjerto SO4.

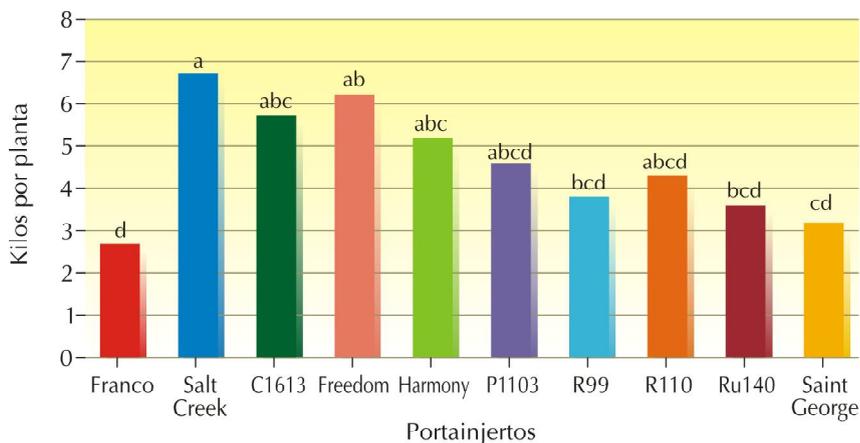


Figura 4. Peso de poda en variedad Red Globe. Promedio de 9 años (2003-2011). Letras iguales indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

• Compatibilidad

Los valores de relación de perímetro de tronco de la variedad y el portainjerto, fueron mayores que 1,0 en todas las combinaciones, indicando que el grosor del injerto fue superior al del portainjerto. De acuerdo con lo expresado en la literatura, la variedad Red Globe, podría tener potenciales problemas de incompatibilidad en el largo plazo con los portainjertos Harmony, Richter 110 y Salt Creek, debido a que la relación de perímetro fue superior a 1,33 (**Figura 5**). Sin embargo, durante los once años en que se desarrolló el presente estudio, no se observaron síntomas de incompatibilidad.

• Producción

En Red Globe se detectó una relación directa entre el vigor y la producción por planta. En forma similar a lo que ocurrió con el

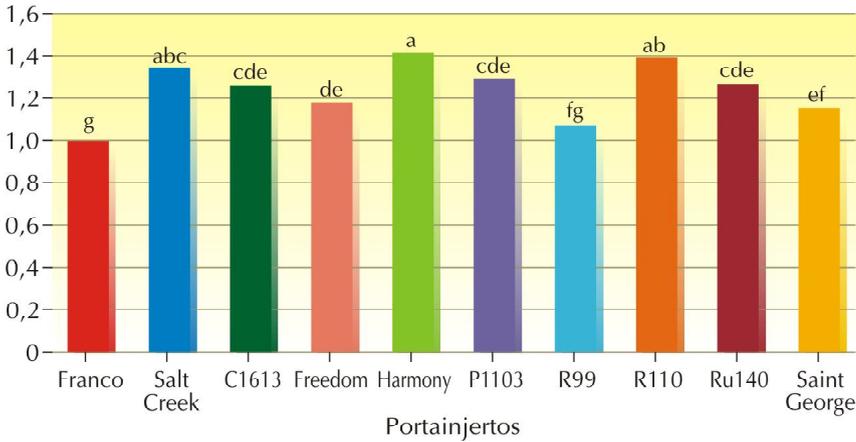


Figura 5. Relación entre el perímetro del injerto (Red Globe) y el portainjerto.

peso de poda, las producciones más altas, superiores a las plantas sobre sus propias raíces, se obtuvieron con los portainjertos Salt Creek, Harmony, Freedom y Courdec 1613 (**Figura 6**). El potencial productivo, considerando 1.667 plantas/ha y un 70%

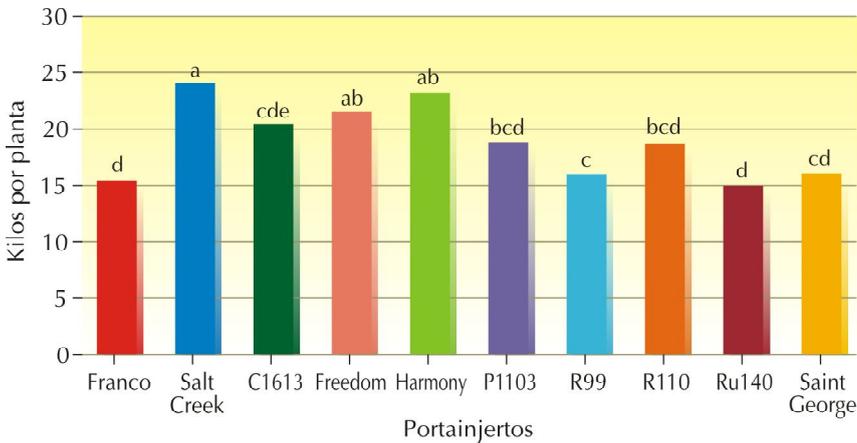


Figura 6. Producción por planta en variedad Red Globe. Promedio de 9 años (2003-2011). Letras iguales indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

de fruta exportada, fue de 3.415 cajas/ha con Salt Creek, 3.287 cajas/ha con Harmony, 3.045 cajas/ha con Freedom y 2.888 cajas/ha con Courdec 1613. Estos valores se comparan positivamente con la producción de las plantas francas, la que alcanzó a 2.191 cajas/ha en promedio.

- **Calidad de fruta**

Los parámetros de calidad de fruta presentados en el **Cuadro 6**, muestran que no hubo efecto de los portainjertos en el peso de raquis y en el peso y calibre de bayas. Este último resultado es interesante, ya que a pesar de una significativa mayor producción con algunos portainjertos, no hubo con-

Cuadro 6. Calidad de fruta en variedad Red Globe. Promedio de 9 años (2003-2011). Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Nº racimos a cosecha	Peso racimo (g)	Peso raquis (g)	Nº bayas por racimo	Peso baya (g)	Calibre baya (mm)
Franco	21 c	704,7 de	23,6 a	110 a	9,3 a	24,3 a
Salt Creek	27 a	896,0 a	22,9 a	95 abc	10,8 a	25,5 a
Courdec 1613	25 abc	819,9 abc	21,9 a	99 abc	10,6 a	25,6 a
Freedom	26 ab	843,4 ab	24,9 a	95 abc	10,6 a	25,6 a
Harmony	27 ab	875,8 ab	22,5 a	107 ab	10,6 a	25,4 a
Paulsen 1103	25 abc	789,8 bcd	23,2 a	102 abc	10,2 a	25,0 a
Richter 99	23 bc	691,3 de	24,1 a	91 c	10,3 a	25,3 a
Richter 110	26 ab	723,9 cde	21,1 a	94 bc	10,3 a	25,2 a
Saint George	23 abc	657,2 e	21,3 a	92 bc	10,0 a	25,1 a
Ruggeri 140	22 c	718,8 cde	22,3 a	99 abc	9,8 a	24,9 a

secuencias negativas sobre el calibre de las bayas. El número de racimos a cosecha y el peso de ellos, fueron mayores que las plantas francas con los portainjertos Salt Creek, Harmony y Freedom.

Los portainjertos no influenciaron el contenido de sólidos solubles y la acidez (**Cuadro 7**). Relacionado con una mayor absorción de potasio, el portainjerto Harmony alcanzó el mayor valor de pH en el jugo de las bayas.

Cuadro 7. Composición de la fruta en variedad Red Globe. Promedio de 9 años (2003-2011). Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Sólidos solubles (°Brix)	Acidez (%)	pH
Franco	15,5 a	0,62 a	3,31 d
Salt Creek	15,5 a	0,64 a	3,38 abc
Courdec 1613	16,2 a	0,63 a	3,41 abc
Freedom	16,0 a	0,58 a	3,43 a
Harmony	16,0 a	0,64 a	3,42 ab
Paulsen 1103	16,0 a	0,68 a	3,31 d
Richter 99	16,1 a	0,60 a	3,36 cd
Richter 110	16,0 a	0,64 a	3,31 d
Saint George	16,3 a	0,60 a	3,37 bcd
Ruggeri 140	16,2 a	0,62 a	3,37 bcd

• Brotación y fructificación

Los portainjertos, excepto Courdec 1613 y Ruggeri 140, influenciaron positivamente el porcentaje de fructificación y

no afectaron el porcentaje de brotación, en relación con las plantas sin injertar (**Cuadro 8**). A pesar de que no se detectaron diferencias significativas en el total de racimos por planta, la tendencia mostró una mayor cantidad de racimos en los portainjertos más productivos (Salt Creek, Harmony y Freedom).

Cuadro 8. Porcentajes de brotación y fructificación, número de yemas y total de racimos por planta en variedad Red Globe. Promedio de 9 años (2003-2011). Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Brotación (%)	Fructificación (%)	Nº de yemas por planta	Total racimos por planta
Franco	88,0 a	69,7 b	53 a	38 a
Salt Creek	87,8 a	87,7 a	59 a	53 a
Courdec 1613	87,1 a	80,8 ab	60 a	50 a
Freedom	88,8 a	89,2 a	59 a	53 a
Harmony	87,6 a	87,7 a	58 a	52 a
Paulsen 1103	88,4 a	86,9 a	58 a	52 a
Richter 99	87,8 a	92,6 a	53 a	51 a
Richter 110	87,1 a	90,1 a	54 a	49 a
Saint George	88,6 a	87,5 a	53 a	47 a
Ruggeri 140	82,9 b	79,2 ab	50 a	41 a

- **Concentración de nutrientes minerales**

El portainjerto Salt Creek, se destacó en la absorción de nitrógeno y fósforo en la variedad Red Globe, siendo los porcentajes de ambos nutrientes significativamente más altos

que en las plantas francas (**Cuadro 9**). Lo mismo ocurrió con Harmony, para los nutrientes potasio y calcio. Ninguno de los portainjertos tuvo concentraciones de magnesio superiores a las plantas sobre sus propias raíces.

Los portainjertos Salt Creek y Freedom, fueron los únicos que registraron concentraciones foliares de zinc y manganeso, respectivamente, mayores que las plantas francas (**Cuadro 10**). Por otra parte, los portainjertos no influenciaron la absorción de cobre.

Cuadro 9. Concentración foliar de macronutrientes en variedad Red Globe. Promedio de 9 años (2003-2011). Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Calcio (%)	Magnesio (%)
Franco	0,86 d	0,20 d	1,66 def	1,26 bc	0,43 a
Salt Creek	1,55 a	0,42 a	2,01 c	1,33 ab	0,40 ab
Courdec 1613	1,39 ab	0,28 bcd	2,82 b	1,07 d	0,29 d
Freedom	1,07 cd	0,23 cd	1,79 cde	1,23 bc	0,30 cd
Harmony	1,26 abc	0,27 bcd	3,25 a	1,42 a	0,38 b
Paulsen 1103	1,31 bcd	0,26 bcd	1,47 ef	1,22 bc	0,31 cd
Richter 99	1,18 bc	0,28 bc	1,80 cd	1,26 bc	0,39 ab
Richter 110	1,21 bc	0,30 bc	1,45 f	1,17 cd	0,30 cd
Saint George	1,41 ab	0,30 bc	2,02 c	1,31 abc	0,35 bc
Ruggeri 140	1,27 abc	0,32 b	1,92 cd	1,29 abc	0,40 ab
Rango adecuado	0,8-1,2	0,2-0,5	1,3-3,0	1,0-2,5	>0,3

Cuadro 10. Concentración foliar de micronutrientes en variedad Red Globe. Promedio de 9 años (2003-2011).
 Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Zinc (mg/kg)	Manganeso (mg/kg)	Cobre (mg/kg)
Franco	44 bcd	43 bc	7 a
Salt Creek	62 a	57 ab	8 a
Courdec 1613	48 bcd	33 c	8 a
Freedom	46 bcd	74 a	7 a
Harmony	43 cd	48 bc	6 a
Paulsen 1103	41 cd	44 bc	7 a
Richter 99	50 bc	55 ab	14 a
Richter 110	39 d	49 bc	9 a
Saint George	52 b	46 bc	14 a
Ruggeri 140	44 bcd	47 bc	7 a
Rango adecuado	>25	25-200	6-10

Resultados en la variedad Sultanina

- **Vigor**

El mayor peso de poda, dos veces mayor que las plantas francas, fue registrado en plantas injertadas sobre Salt Creek (**Figura 7**), lo que concuerda con resultados obtenidos en otros países. Además, confirma la información que señala a los portainjertos de origen genético *Vitis champinii*, como otorgadores de alto vigor a las variedades que se injertan sobre ellos, con una tendencia a desarrollar follajes densos. Ninguno de los restantes portainjertos afectó significativamente el vigor de las plantas.

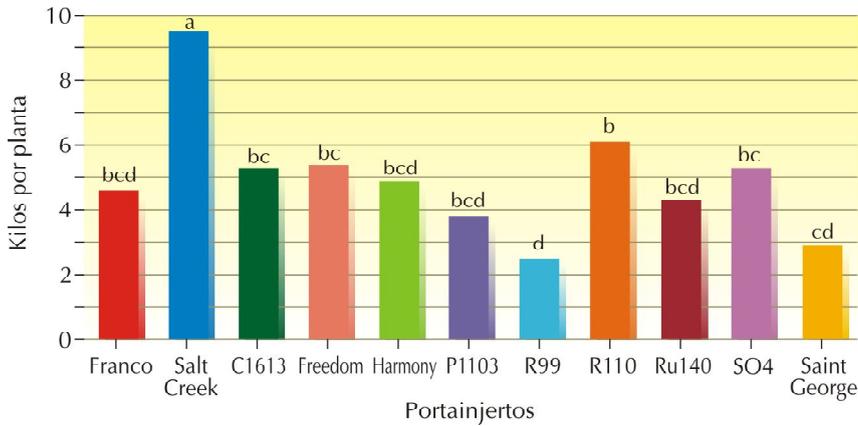


Figura 7. Peso de poda en variedad Sultanina. Promedio de 9 años (2003-2011). Letras iguales indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

• Compatibilidad

Las menores relaciones de perímetro variedad: portainjerto, fueron obtenidos en plantas de Sultanina injertadas sobre Richter 99 y Saint George, ambas cercanas a 1,0 (**Figura 8**).

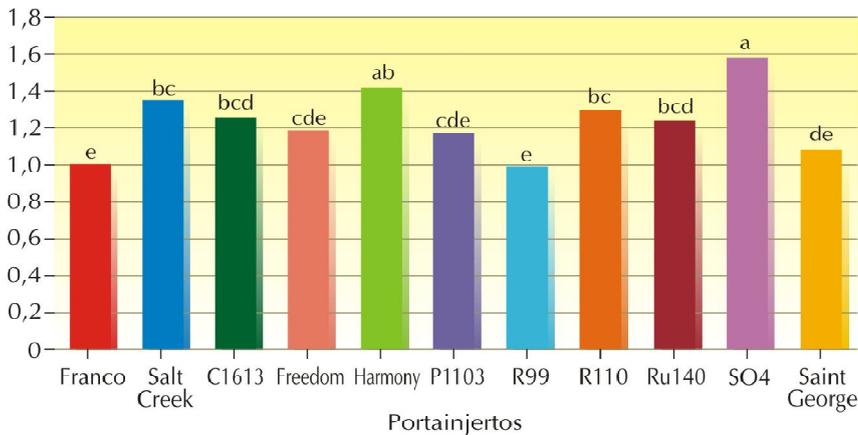


Figura 8. Relación entre el perímetro del injerto (Sultanina) y del portainjerto.

Los mayores valores se registraron con los portainjertos Salt Creek, Harmony y SO4, los que variaron entre 1,34 y 1,57. Sin embargo, no se observaron problemas de incompatibilidad con estas combinaciones. En la variedad Sultanina, no se visualizó una correlación entre el perímetro del injerto y el vigor de las plantas.

• Producción

Los portainjertos no incrementaron significativamente la producción, promedio de nueve años, en la variedad Sultanina respecto de las plantas sobre sus propias raíces, según se muestra en la **Figura 9**. Las menores producciones, inferiores a las plantas francas, se alcanzaron con los portainjertos Richter 110 y Saint George.

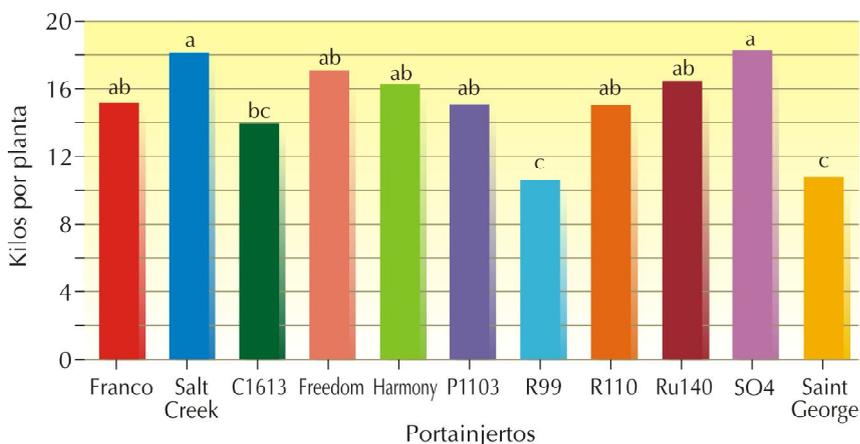


Figura 9. Producción por planta en variedad Sultanina. Promedio de 9 años (2003-2011). Letras iguales indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Aunque las diferencias en producción no fueron significativas, al comparar las producciones comerciales estimadas, se observaron diferencias importantes. Con los portainjertos SO4 y Salt Creek, se alcanzaron 2.604 cajas/ha (1.667 plantas/ha y 70% de producción exportada), y con las plantas francas la producción estimada fue de 2.163 cajas/ha (20% menos). Con el portainjerto Freedom se obtuvieron 2.433 cajas/ha.

• Calidad de fruta

Los parámetros de calidad más importantes para la exportación de la fruta fueron influenciados por los portainjertos. El calibre de las bayas fue mayor que las plantas francas con los portainjertos SO4, Salt Creek, Harmony, Freedom y Richter 110 (**Cuadro 11**). También el peso de las bayas fue aumenta-

Cuadro 11. Calidad de fruta en variedad Sultanina. Promedio de 9 años (2003-2011). Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Nº racimos a cosecha	Peso racimo (g)	Peso raquis (g)	Nº bayas por racimo	Peso baya (g)	Calibre baya (mm)
Franco	24 ab	662,6 bc	28,2 a	203 a	3,7 b	17,1 cd
Salt Creek	26 ab	751,2 ab	26,1 abc	175 cd	4,6 a	18,3 a
Courdec 1613	23 ab	638,6 c	25,0 bcd	175 cd	4,2 ab	17,8 abcd
Freedom	27 a	653,8 bc	24,5 cd	173 cd	4,1 ab	18,0 ab
Harmony	26 a	652,7 bc	25,3 bcd	182 bcd	4,3 ab	18,0 ab
Paulsen 1103	24 ab	670,5 bc	27,1 ab	191 abc	4,1 ab	17,7 abcd
Richter 99	21 b	527,2 d	23,9 cd	176 cd	3,7 b	17,1 cd
Richter 110	24 ab	640,9 c	23,1 d	168 d	4,3 ab	18,1 ab
SO4	25 ab	769,2 a	28,3 a	185 bcd	4,6 a	18,4 a
Saint George	23 ab	488,1 d	23,6 cd	175 cd	3,8 b	17,4 bcd
Ruggeri 140	26 a	663,2 bc	27,6 ab	197 ab	4,1 ab	17,7 abcd

do con la injertación sobre SO4 y Salt Creek. Solamente el portainjerto SO4, tuvo un peso de racimo superior al de las plantas sobre sus propias raíces.

Los portainjertos no afectaron negativamente la composición de la fruta, excepto SO4 que redujo el contenido de sólidos solubles en comparación con las plantas francas. Todos los portainjertos, excepto SO4, aumentaron el valor de pH del jugo de las bayas (**Cuadro 12**).

Cuadro 12. Composición de la fruta en variedad Sultanina. Promedio de 9 años (2003-2011). Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Sólidos solubles (°Brix)	Acidez (%)	pH
Franco	18,4 ab	0,92 a	3,05 d
Salt Creek	17,8 bc	0,88 ab	3,16 abc
Courdec 1613	18,3 ab	0,87 ab	3,16 abc
Freedom	17,5 bc	0,94 a	3,14 abc
Harmony	18,2 abc	0,86 ab	3,20 a
Paulsen 1103	17,9 bc	0,90 ab	3,13 abc
Richter 99	18,0 bc	0,89 ab	3,13 bc
Richter 110	18,3 ab	0,86 ab	3,18 ab
SO4	17,3 c	0,94 a	3,09 cd
Saint George	18,9 a	0,82 b	3,18 ab
Ruggeri 140	17,8 bc	0,89 ab	3,12 bc

• Brotación y fructificación

El porcentaje de brotación fue influenciado positivamente por todos los portainjertos (excepto Salt Creek), quienes lo au-

mentaron respecto de las plantas francas, según se observa en el **Cuadro 13**. Además se distingue que el porcentaje de fructificación en la variedad Sultanina fue bastante más bajo, comparado con las variedades de color Flame Seedless y Red Globe. Solamente los portainjertos Harmony y Saint George, registraron porcentajes de fructificación superiores a las plantas sin injertar. Al respecto, llama la atención la baja fructificación en las plantas sobre Salt Creek, la que se explica por el alto vigor, que le confiere a la variedad. Como consecuencia

Cuadro 13. Porcentajes de brotación y fructificación, número de yemas y total de racimos por planta en variedad Sultanina. Promedio de 9 años (2003-2011). Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Brotación (%)	Fructificación (%)	Nº de yemas por planta	Total racimos por planta
Franco	76,4 d	44,3 cd	81 b	36 b
Salt Creek	79,5 d	42,6 d	90 b	38 ab
Courdec 1613	79,0 c	48,2 abcd	84 b	41 ab
Freedom	79,9 c	53,0 abc	85 b	45 ab
Harmony	83,1 a	55,1 a	86 b	47 a
Paulsen 1103	79,4 c	45,0 bcd	84 b	38 ab
Richter 99	80,7 bc	45,5 bcd	81 b	36 b
Richter 110	80,3 c	45,5 bcd	117 a	42 ab
SO4	80,3 c	51,4 abcd	83 b	40 ab
Saint George	82,9 ab	53,5 ab	78 b	39 ab
Ruggeri 140	80,6 bc	47,9 abcd	87 b	40 ab

del follaje más denso, se limita la penetración de la luz, hasta las yemas de los brotes durante el período de inducción floral, resultando una menor fructificación. Esta situación hace evidente que el vigor de las vides, sea inversamente proporcional a la fructificación, al menos en la variedad Sultanina.

El portainjerto Harmony, tuvo una destacada influencia, pues incrementó los porcentajes de brotación y fructificación y la cantidad de racimos por planta.

- **Concentración de nutrientes minerales**

El portainjerto Salt Creek registró las mayores concentraciones foliares de nitrógeno y fósforo en la variedad Sultanina. Los restantes portainjertos tuvieron concentraciones de ambos nutrientes similares a las plantas francas (**Cuadro 14**). Cabe señalar que el más alto peso de poda se obtuvo con Salt Creek, lo que puede estar relacionado con la mayor absorción de nitrógeno. En relación con la concentración de potasio, los portainjertos Courdec 1613 y Harmony alcanzaron valores superiores a las plantas sobre sus propias raíces, mientras que con Paulsen 1103, Richter 99 y Ruggeri 140 fueron inferiores. Diferencias en la concentración foliar de potasio entre los portainjertos, se deberían al transporte de potasio desde las raíces hacia los brotes. En los portainjertos que presentan menos potasio foliar, los iones son acumulados en las vacuolas de las células de las raíces.

Cuadro 14. Concentración foliar de macronutrientes en variedad Sultanina. Promedio de 9 años (2003-2011).
Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Calcio (%)	Magnesio (%)
Franco	0,93 bcd	0,21 bc	1,53 cd	1,06 bcd	0,35 a
Salt Creek	1,16 a	0,38 a	1,48 cde	1,14 abc	0,26 def
Courdec 1613	0,88 cd	0,26 b	2,42 a	0,95 d	0,21 g
Freedom	0,79 d	0,15 c	1,70 c	1,21 a	0,26 def
Harmony	0,96 bc	0,23 bc	2,04 b	1,19 ab	0,30 bc
Paulsen 1103	0,90 bcd	0,22 bc	1,08 f	1,11 abc	0,28 bcd
Richter 99	0,92 bcd	0,20 bc	1,14 ef	0,99 cd	0,29 bcd
Richter 110	0,93 bcd	0,25 b	1,30 def	1,02 cd	0,23 fg
SO4	0,85 cd	0,22 bc	1,25 def	1,20 ab	0,24 efg
Saint George	1,00 ab	0,25 b	1,46 cde	1,06 bcd	0,27 cde
Ruggeri 140	0,99 bc	0,25 b	1,10 ef	1,12 abc	0,31 d
Rango adecuado	0,8-1,2	0,2-0,5	1,3-3,0	1,0-2,5	>0,3

La mayor concentración de calcio se obtuvo con el portainjerto Freedom y las combinaciones tuvieron concentraciones de magnesio inferiores a las plantas francas. Por otra parte, la concentración foliar de los micronutrientes zinc, manganeso y cobre no fue influenciada por los portainjertos, tal como se muestra en el **Cuadro 15**.

Cuadro 15. Concentración foliar de micronutrientes en variedad Sultanina. Promedio de 9 años (2003-2011).
 Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Zinc (mg/kg)	Manganeso (mg/kg)	Cobre (mg/kg)
Franco	67 a	59 ab	9 a
Salt Creek	55 b	63 a	8 b
Courdec 1613	53 bc	34 e	6 e
Freedom	43 cd	64 a	6 e
Harmony	44 cd	55 ab	6 e
Paulsen 1103	39 d	49 bc	7 c
Richter 99	45 bcd	55 ab	6 e
Richter 110	42 d	59 ab	9 a
SO4	48 bcd	38 de	6 e
Saint George	49 bcd	42 cde	6 e
Ruggeri 140	40 d	48 bcd	7 c
Rango adecuado	>25	25-200	6-10

Resultados en la variedad Superior Seedless

- Vigor**

Los resultados sobre la influencia de los portainjertos, en el vigor de las plantas de la variedad Superior Seedless se presentan en la **Figura 10**. Los portainjertos Salt Creek y Freedom fueron los únicos que registraron pesos de poda superiores a las plantas sobre sus propias raíces (1,66 y 1,50 veces, respectivamente).

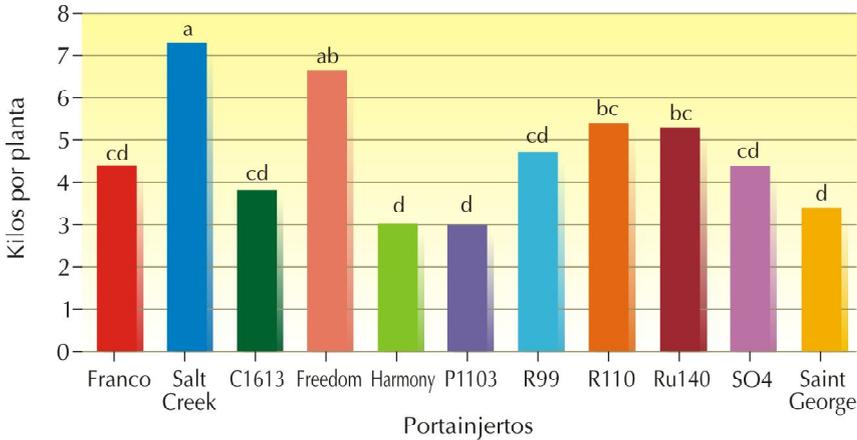


Figura 10. Peso de poda en variedad Superior Seedless. Promedio de 9 años (2003-2011). Letras iguales indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

• Compatibilidad

Todas las combinaciones presentaron relaciones de perímetro variedad: portainjerto superiores a 1,0, destacando los portainjertos SO4 y Richter 110, que registraron las mayores relaciones, superiores a 1,33 (**Figura 11**). Sin embargo, con estos portainjertos no se observaron problemas de incompatibilidad.

• Producción

De acuerdo con lo observado en diferentes zonas productoras de uva de mesa del país, Superior Seedless, es una variedad cuyo nivel de producción son muy sensibles a la condición climática del lugar específico en que se encuentra localizada la unidad productiva. En el área de Vicuña en el Valle de Elqui, existen escasas plantaciones con esta variedad, debido probablemente a las bajas producciones que se

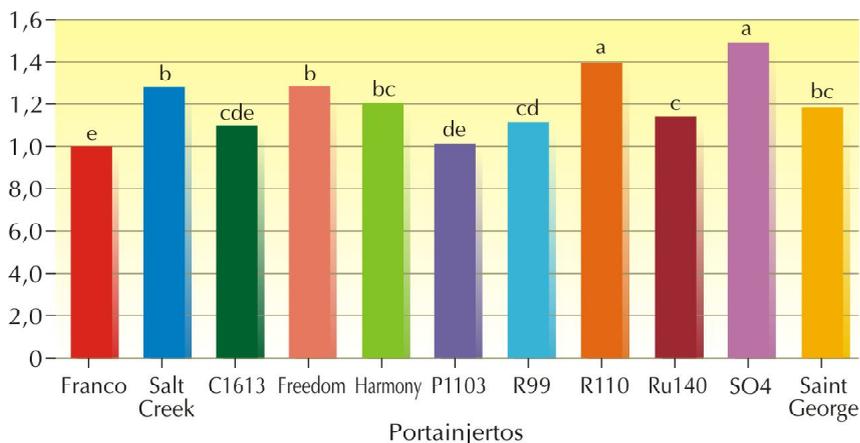


Figura 11. Relación entre el perímetro del injerto (Superior Seedless) y del portainjerto.

obtienen, tal como lo demuestra la producción de las plantas francas en la **Figura 12** (solo 7,1 kilos/planta). Los datos de producción por planta, que se presentan en la Figura 12, muestran una importante influencia del portainjerto SO4, el

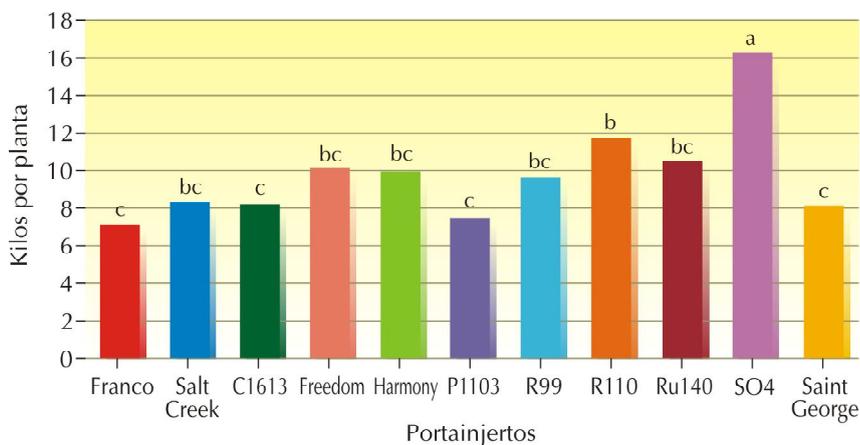


Figura 12. Producción por planta en variedad Superior Seedless. Promedio de 9 años (2003-2011). Letras iguales indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

cual incrementó en 2,3 veces la producción, respecto de las plantas sin injertar. También el portainjerto Richter 110 aumentó significativamente la producción por planta.

• Calidad de fruta

Los parámetros de calidad de fruta fueron influenciados positivamente por el portainjerto SO4, el cual presentó el mayor peso de racimo y número de racimos a cosecha. Ninguna de las combinaciones variedad: portainjerto afectó el peso y calibre de las bayas, tal como se muestra en el **Cuadro 16**. Por otro lado, SO4 fue el único portainjerto que disminuyó

Cuadro 16. Calidad de fruta en variedad Superior Seedless.

Promedio de 9 años (2003-2011). Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Nº racimos a cosecha	Peso racimo (g)	Peso raquis (g)	Nº bayas por racimo	Peso baya (g)	Calibre baya (mm)
Franco	20 c	354,2 c	10,0 cd	106 c	4,4 a	19,6 a
Salt Creek	21 c	397,3 bc	11,7 b	129 abc	4,4 a	19,6 a
Courdec 1613	22 c	382,8 bc	9,5 d	106 c	4,6 a	19,9 a
Freedom	26 abc	391,8 bc	11,3 bc	118 bc	4,4 a	19,7 a
Harmony	24 bc	432,5 b	10,0 cd	119 bc	4,3 a	19,2 a
Paulsen 1103	20 c	378,2 bc	11,3 bc	149 a	4,0 a	19,0 a
Richter 99	26 abc	374,3 bc	11,7 bcd	105 c	4,5 a	19,7 a
Richter 110	31 ab	392,0 bc	11,0 bcd	109 bc	4,5 a	19,7 a
SO4	33 a	527,2 a	13,9 a	139 ab	4,7 a	19,9 a
Saint George	24 bc	337,0 c	9,9 cd	109 bc	4,1 a	19,4 a
Ruggeri 140	27 abc	402,2 bc	10,7 bcd	112 bc	4,6 a	19,9 a

el contenido de sólidos solubles en el jugo de las bayas (**Cuadro 17**). El mismo portainjerto, además de Paulsen 1103, incrementó el porcentaje de acidez y disminuyó el valor de pH en relación con las plantas no injertadas.

Cuadro 17. Composición de la fruta en variedad Superior Seedless. Promedio de 9 años (2003-2011). Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Sólidos solubles (°Brix)	Acidez (%)	pH
Franco	18,4 a	0,50 bc	3,41 ab
Salt Creek	18,3 a	0,53 ab	3,41 ab
Courdec 1613	19,1 a	0,52 abc	3,40 ab
Freedom	18,3 a	0,52 abc	3,42 ab
Harmony	19,1 a	0,51 abc	3,37 ab
Paulsen 1103	18,3 a	0,57 a	3,26 d
Richter 99	18,2 a	0,52 abc	3,40 ab
Richter 110	18,4 a	0,55 ab	3,32 bcd
SO4	17,2 b	0,56 a	3,27 cd
Saint George	18,8 a	0,47 c	3,45 a
Ruggeri 140	18,5 a	0,53 ab	3,37 abc

• Brotación y fructificación

Los datos que se presentan en el **Cuadro 18**, muestran una interesante información sobre el desempeño de la variedad Superior Seedless. Llama la atención el bajo porcentaje de fructificación de esta variedad en las condiciones climáticas del área de Vicuña, en el Valle de Elqui. También es relevante

Cuadro 18. Porcentajes de brotación y fructificación, número de yemas y total de racimos por planta en variedad Superior Seedless. Promedio de 9 años (2003-2011). Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Brotación (%)	Fructificación (%)	Nº de yemas por planta	Total racimos por planta
Franco	74,8 d	31,7 bc	82 a	26 bc
Salt Creek	76,7 bcd	29,7 c	78 ab	23 c
Courdec 1613	78,4 bc	35,5 bc	70 bcd	25 bc
Freedom	78,1 bcd	39,4 bc	83 a	31 abc
Harmony	80,1 ab	41,3 abc	62 d	27 abc
Paulsen 1103	77,2 bcd	36,6 bc	68 cd	25 bc
Richter 99	76,6 cd	40,1 bc	80 a	33 abc
Richter 110	75,8 cd	44,9 ab	79 ab	35 ab
SO4	82,6 a	53,3 a	73 abc	38 a
Saint George	80,1 ab	44,0 ab	76 abc	32 abc
Ruggeri 140	77,0 bcd	45,0 ab	79 ab	34 abc

la baja fructificación con el portainjerto Salt Creek, la que se explicaría por el alto vigor que le confiere a la variedad injertada y que impide una adecuada exposición de las yemas a la luz solar.

A pesar de que las plantas injertadas sobre SO4 tuvieron un vigor similar al de las plantas no injertadas, la producción de ellas fue significativamente superior. Los mayores porcentajes de fructificación y de brotación, que resultaron en una mayor cantidad de racimos por planta, son un factor razonable para explicar la mayor producción.

• **Concentración de nutrientes minerales**

El portainjerto Salt Creek, registró las mayores concentraciones foliares de nitrógeno y fósforo (**Cuadro 19**), y ninguno de los portainjertos superó las concentraciones de potasio, calcio y magnesio de las plantas, sobre sus propias raíces. Es interesante destacar que a pesar de la baja concentración de nitrógeno con SO4 (0,74%), incluso inferior al rango mínimo adecuado, se alcanzó la mayor producción con este portainjerto. El **Cuadro 20**, muestra que los portainjertos no influenciaron las concentraciones de zinc, manganeso y cobre.

Cuadro 19. Concentración foliar de macronutrientes en variedad Superior Seedless. Promedio de 9 años (2003-2011).

Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Calcio (%)	Magnesio (%)
Franco	0,94 bcd	0,21 cd	2,48 a	1,24 a	0,32 a
Salt Creek	1,04 a	0,42 a	1,76 cd	1,15 abcd	0,27 bcd
Courdec 1613	0,82 ef	0,23 cd	2,11 abc	1,03 d	0,24 cde
Freedom	0,91 cd	0,28 c	2,31 a	1,23 a	0,25 cde
Harmony	0,79 fg	0,16 d	2,18 ab	1,16 abcd	0,23 de
Paulsen 1103	0,82 ef	0,23 cd	1,34 e	1,07 cd	0,24 cde
Richter 99	0,86 def	0,29 bc	1,52 de	1,18 abc	0,30 ab
Richter 110	0,99 ab	0,38 ab	1,57 de	1,09 bc	0,22 e
SO4	0,74 g	0,23 cd	1,57 de	1,40 a	0,21 e
Saint George	0,96 bc	0,29 bc	1,80 bcd	1,18 abc	0,28 bc
Ruggeri 140	0,88 cde	0,30 bc	1,76 cd	1,25 a	0,29 ab
Rango adecuado	0,8-1,2	0,2-0,5	1,3-3,0	1,0-2,5	>0,3

Cuadro 20. Concentración foliar de micronutrientes en variedad Superior Seedless. Promedio de 9 años (2003-2011).
Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Zinc (mg/kg)	Manganeso (mg/kg)	Cobre (mg/kg)
Franco	36 ab	55 ab	9 a
Salt Creek	37 a	56 ab	8 ab
Courdec 1613	31 bc	37 cd	6 d
Freedom	31 bc	58 ab	7 cd
Harmony	23 d	39 cde	5 e
Paulsen 1103	27 cd	45 abcde	8 ab
Richter 99	31 bc	53 abc	7 cd
Richter 110	27 cd	49 abcd	8 ab
SO4	27 cd	35 e	6 d
Saint George	31 bc	44 bcde	6 d
Ruggeri 140	29 c	59 a	5 e
Rango adecuado	>25	25-200	6-10

ESTUDIO DE PORTAINJERTOS EN UVA PISQUERA

Metodología

El estudio se realizó entre los años 2001 y 2012, en el Centro Experimental Vicuña (30°02'S, 70°41'O, 630 m.s.n.m.), del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), ubicado en la ciudad de Vicuña en el Valle de Elqui, Región de Coquimbo.

Los ensayos incluyeron a las variedades Moscatel de Alejandría y Moscatel Rosada, dos de las principales variedades usadas para la elaboración de pisco, debido a sus altos contenidos de aromas. Ellas se injertaron sobre los portainjertos Freedom, Harmony, Saint George, Salt Creek (Ramsey), SO4, Courdec 1613, Paulsen 1103, Richter 99, Richter 110 y Ruggeri 140, los que fueron comparados con plantas sobre sus propias raíces (francas). Debido a la muerte de las plantas en el campo, no fue posible evaluar la variedad Moscatel Rosada sobre el portainjerto Harmony.

Los ensayos fueron establecidos en el invierno de 2001. Un análisis nematológico previo a la plantación, mostró una baja población de nematodos (inferior a 8 ejemplares por 250 gramos de suelo), destacando los géneros *Pratylenchus*, *Criconemoides* y *Helicotylenchus*. El análisis de fertilidad de suelo indicó valores de 7,6 para el pH; 1,3% de materia

orgánica; 0,7 dS/m de conductividad eléctrica y contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio equivalentes a 8, 6 y 264 ppm, respectivamente. El análisis físico no mostró presencia de factores limitantes para el crecimiento de las raíces hasta 1,0 m de profundidad.

Las plantas, aportadas por el Vivero Rinconada Chile, fueron plantadas en un sistema de parrón a una distancia de 3 x 2 metros. La plantación se realizó reemplazando un parrón ya establecido, colocando las plantas injertadas en el mismo hoyo de plantación de las plantas antiguas. El programa de fertilización consistió en aplicaciones de nitrógeno en dosis de 40 unidades por hectárea, en los tres primeros años y posteriormente aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio en dosis de 90, 40 y 50 unidades por hectárea, respectivamente. Como fuentes se utilizaron los fertilizantes nitrato de amonio, fosfato monoamónico y sulfato de potasio. Las aplicaciones se efectuaron a través del sistema de riego por goteo, en forma parcializada entre los meses de agosto y enero (brotes de 25 cm de longitud hasta bayas con 8-10 mm de diámetro en promedio).

Los tratamientos (variedad: portainjerto), se dispusieron en un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y tres plantas por tratamiento en cada repetición.

Para determinar el efecto de los portainjertos sobre el comportamiento vegetativo y productivo de las variedades de uva pisquera, se realizaron las siguientes evaluaciones:

- **Vigor:** peso de poda (madera del año), medido en el mes de julio.
- **Compatibilidad:** relación entre el perímetro del tronco de la variedad y del portainjerto (perímetro medido a 10 cm sobre y bajo la unión del injerto).
- **Producción:** kilos por planta registrados cuando las plantas sin injertar alcanzaron el índice de madurez de 21,0 °Brix, equivalente a 12 grados de alcohol probable. Este es el índice de madurez base utilizado por la industria pisquera.
- **Calidad de fruta:** al momento de la cosecha, se recolectaron al azar 10 racimos por tratamiento y repetición para determinación de peso de racimo. Luego se removieron todas las bayas de cada racimo, para registrar el peso de raquis y el número de bayas por racimo. Una muestra de 100 bayas, se utilizó para determinación de peso y calibre ecuatorial de ellas. La misma muestra fue macerada manualmente y en el jugo obtenido, se determinó el contenido de sólidos solubles (°Brix), utilizando un refractómetro manual marca Atago modelo ATC-1E, acidez (por titulación con NaOH 0,1N a pH 8,2) y pH con un equipo marca Jenway modelo 3010.
- **Porcentaje de brotación y fructificación:** cuociente entre el número de yemas brotadas y el número total de yemas por planta (brotación), y el cuociente entre el número total de racimos y el número total de yemas (fructificación).

- **Concentración foliar de nutrientes minerales:** en muestras de 100 pecíolos por tratamiento y repetición tomadas en el estado fenológico de plena flor y analizadas en el Laboratorio de Análisis Foliar de Centro Experimental Vicuña, se determinó la concentración de nitrógeno total, fósforo, potasio, calcio, magnesio, zinc, manganeso y cobre.

Resultados en la variedad Moscatel de Alejandría

- **Vigor**

En general, las plantas de Moscatel de Alejandría, presentan un vigor moderado a alto en suelos de textura franca a franco-arcillosa, un vigor moderado en suelos de textura franco-arenosa y un bajo vigor en suelos arenosos.

En el área interior de los valles de la zona pisquera (regiones de Atacama y Coquimbo), en la que predominan los suelos de textura liviana, las plantas de Moscatel de Alejandría, crecen y producen bien en los primeros cuatro a cinco años, pero luego el vigor de los brotes disminuye severamente, afectando negativamente la producción (**Foto 6**). Es lo que se conoce como el problema del decaimiento de las plantas.

Este comportamiento es agravado por el alto nivel de fructificación de la variedad (muchos racimos por planta), que provoca un desequilibrio entre la carga frutal y la superficie



Foto 6. Decaimiento del vigor en planta adulta, de la variedad Moscatel de Alejandría.

foliar, la que es incapaz de alimentar adecuadamente a los racimos, hacer crecer los brotes y almacenar reservas para la siguiente temporada. Las condiciones climáticas de la zona interior de los valles durante el ciclo de crecimiento (altas temperaturas, alta luminosidad y baja humedad relativa), limitan gradualmente el vigor de las plantas de Moscatel de Alejandría.

Los resultados que se presentan en la **Figura 13**, muestran que los portainjertos ejercieron una gran influencia sobre el vigor de las plantas, considerando el peso de poda promedio de diez años.

Los mayores pesos de poda se registraron con los porta-injertos Ruggeri 140 y Harmony, pesos intermedios se alcanzaron con Richter 110, Courdec 1613, Paulsen 1103, Free-

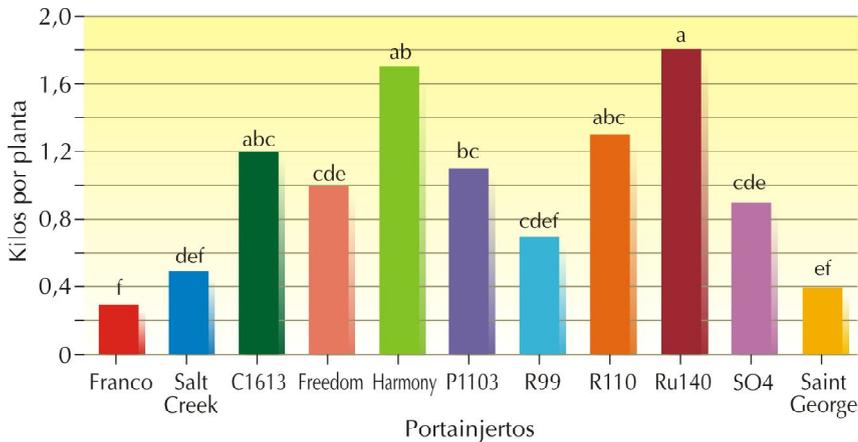


Figura 13. Peso de poda en variedad Moscatel de Alejandría. Promedio de 10 años (2003-2012). Letras iguales indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

dom y SO4, y los menores pesos (similares a las plantas francas), se obtuvieron con Richter 99, Salt Creek y Saint George.

Es interesante observar que el portainjerto Salt Creek no aumentó significativamente el vigor en la variedad Moscatel de Alejandría, a pesar de que es un portainjerto que confiere alto vigor (a veces excesivo) a las variedades que se injertan sobre él. La causa del comportamiento diferente es el alto grado de incompatibilidad que existe entre Moscatel de Alejandría y Salt Creek, el que ha sido demostrado en diversos estudios realizados en Australia.

• Compatibilidad

La falta de compatibilidad entre Moscatel de Alejandría y Salt Creek, quedó demostrada por la alta relación (1,48) entre el perímetro de la variedad y del portainjerto (**Figura 14**).

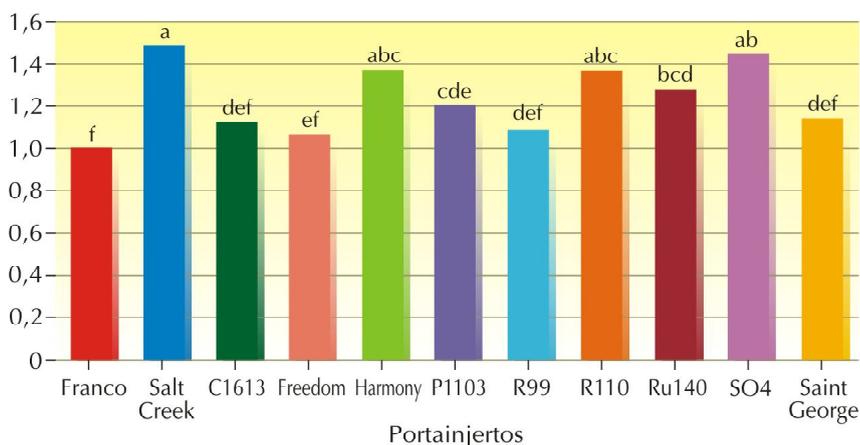


Figura 14. Relación entre el perímetro del injerto (Moscatel de Alejandría) y del portainjerto.

Sin embargo, en la relación con otros portainjertos (SO4, Harmony y Richter 110), a pesar de ser alta no se observaron problemas de incompatibilidad.

• Producción

El estudio más antiguo realizado con portainjertos en una variedad de uva pisquera, se estableció el año 1979 en el Centro Experimental Vicuña, y tuvo como objetivo evaluar el efecto de siete portainjertos Saint George, 1616, Mission, 3309, Richter 99, LN-33 y AXR1, sobre la producción de la variedad Moscatel de Alejandría. La decisión de realizar este estudio, se debió a la pérdida de interés por cultivar esta variedad, debido a su bajo vigor y producción. Dicho estudio finalizó el año 2009 (30 años de duración), y la producción promedio de los portainjertos en los últimos cuatro años (2006 al 2009), fue de 29,9 kilos por planta, mientras que la producción individual de las plantas sin injertar fue de 13,9 kilos.

Este resultado de largo plazo, demuestra la importante influencia que ejercen los portainjertos, en la sustentabilidad de la producción, especialmente en variedades de bajo vigor.

La **Figura 15** muestra el positivo efecto que tuvieron los portainjertos sobre la producción por planta, promedio de diez años, destacando Ruggeri 140 con 31,1 kilos, y Freedom y Harmony con 27,0 kilos. Por otra parte, las plantas francas alcanzaron una producción de solo 12,2 kilos por planta, la que es estadísticamente similar a la obtenida con Salt Creek y Saint George. La estimación de producción por hectárea, considerando una densidad de 1.667 plantas, se presenta en la **Figura 16**. La producción fue 2,5 veces más alta con el portainjerto Ruggeri 140 y 2,2 veces mayor con Freedom y Harmony, respecto de las plantas sobre sus propias raíces.

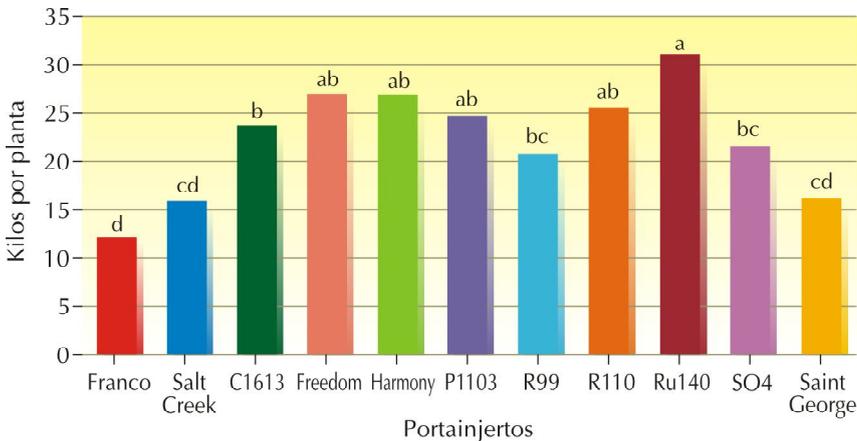


Figura 15. Producción por planta en variedad Moscatel de Alejandría. Promedio de 10 años (2003-2012). Letras iguales indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

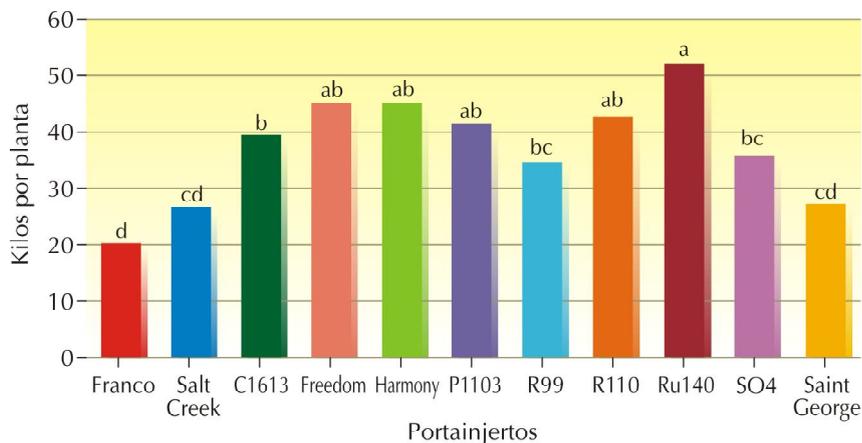


Figura 16. Producción por hectárea (1.667 plantas/ha) en variedad Moscatel de Alejandría. Promedio de 10 años (2003-2012). Letras iguales indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Con el propósito de conocer el efecto de los portainjertos sobre la producción acumulada por planta (**Figura 17**), se comparan los resultados a lo largo de diez años entre las plantas francas y los portainjertos más productivos. La producción

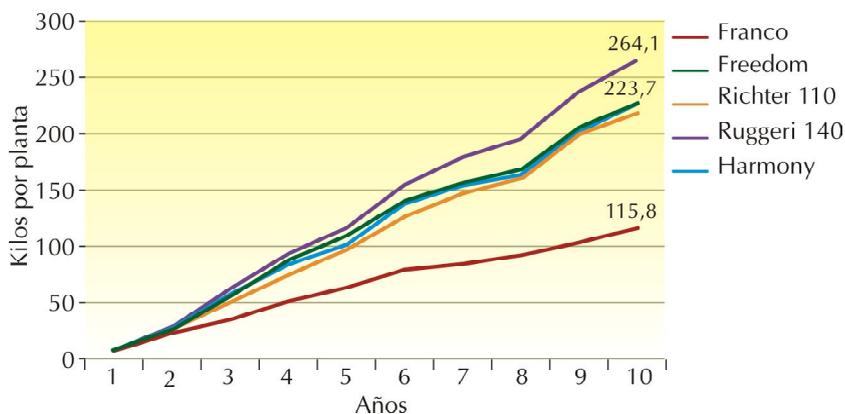


Figura 17. Producción acumulada por planta en variedad Moscatel de Alejandría.

acumulada por planta en los diez años, fue de 115,8 kilos en las plantas sin injertar, 264,1 kilos en las plantas injertadas sobre Ruggeri 140 y 223,7 kilos como promedio en las plantas injertadas sobre Freedom, Harmony y Richter 110. Además, en la Figura 17 se observa que a partir del año 3 la producción de las plantas francas, es significativamente menor que la de los portainjertos.

En general, se observó una relación directa entre el vigor y la producción de las plantas, siendo ésta una característica de las variedades de vigor moderado a bajo como Moscatel de Alejandría. Esta situación se representa visualmente en la **Foto 7**. Incluso, aprovechando el alto vigor conferido por algunos portainjertos, es posible aumentar la producción por planta dejando un mayor número de yemas durante la poda, mediante el uso de "huascas" (brotes que no se podan) y/o de cordones apitonados.



Foto 7. Producción en Moscatel de Alejandría, sobre plantas francas (izquierda) y sobre el portainjerto Ruggeri 140 (derecha).

- **Calidad de la fruta**

A pesar de que la calidad de la fruta no es relevante en las variedades pisqueras, ya que el destino de la producción es la industrialización, es importante destacar que la mayor parte de los portainjertos incrementó los valores de peso y calibre de las bayas, respecto de las plantas sin injertar, según se aprecia en el **Cuadro 21**.

Cuadro 21. Calidad de fruta en variedad Moscatel de Alejandría. Promedio de 10 años (2003-2012). Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Peso racimo (g)	Peso raquis (g)	Nº bayas por racimo	Peso baya (g)	Calibre baya (mm)
Franco	376,5 ab	14,7 abc	112 a	4,3 c	19,1 c
Salt Creek	328,1 cd	13,8 bc	105 a	4,6 bc	19,1 c
Courdec 1613	359,3 abc	15,5 ab	111 a	5,3 a	20,5 a
Freedom	346,1 bcd	14,5 abc	109 a	5,1 ab	20,2 ab
Harmony	327,7 cd	14,8 abc	105 a	5,3 a	20,4 a
Paulsen 1103	360,8 abc	13,7 bc	107 a	4,8 ab	19,9 ab
Richter 99	346,3 bcd	14,5 abc	105 a	4,8 ab	19,8 ab
Richter 110	395,2 a	15,5 ab	104 a	5,2 a	20,4 a
SO4	346,5 bcd	13,4 c	102 a	5,2 a	20,3 ab
Saint George	302,1 d	13,7 c	105 a	4,7 bc	19,6 bc
Ruggeri 140	368,9 abc	16,2 a	118 a	5,1 ab	20,2 ab

El índice de madurez de las variedades de uva, usadas para la elaboración de pisco, es el contenido de sólidos solubles en el jugo de las bayas. Para la fabricación de pisco, se uti-

liza fruta que tenga un contenido de sólidos solubles de alrededor de 21 °Brix, equivalente a 12 grados de alcohol probable. El **Cuadro 22**, muestra que los portainjertos que confirieron un mayor vigor y producción, además influyeron positivamente en la acumulación de sólidos solubles, destacando Harmony y Ruggeri 140. Este resultado se explica por una mejor relación superficie foliar/carga frutal con los portainjertos vigorosos. Los portainjertos no afectaron mayormente los parámetros de acidez y pH, excepto el mayor valor de pH con Harmony, el que se relaciona con su mayor capacidad para absorber potasio.

Cuadro 22. Composición de la fruta en variedad Moscatel de Alejandría. Promedio de 10 años (2003-2012). Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Sólidos solubles (°Brix)	Acidez (%)	pH
Franco	20,9 d	0,55 ab	3,51 bc
Salt Creek	21,5 cd	0,56 ab	3,52 bc
Courdec 1613	23,4 ab	0,54 b	3,59 ab
Freedom	21,5 cd	0,58 a	3,50 bc
Harmony	23,7 a	0,58 a	3,66 a
Paulsen 1103	22,8 ab	0,56 ab	3,46 cd
Richter 99	22,3 abcd	0,54 b	3,47 cd
Richter 110	23,0 abc	0,56 ab	3,48 bcd
SO4	22,5 abcd	0,56 ab	3,48 cd
Saint George	22,0 bcd	0,54 b	3,39 d
Ruggeri 140	23,3 ab	0,57 ab	3,50 bcd

• Brotación y fructificación

Los portainjertos no modificaron el porcentaje de brotación. Sin embargo, ellos influenciaron significativamente el porcentaje de fructificación y el total de racimos por planta (**Cuadro 23**). En general, los portainjertos que registraron las mayores producciones, tuvieron los más altos porcentajes de fructificación, total de racimos y número de yemas por planta, destacando Ruggeri 140 y Harmony.

Cuadro 23. Porcentajes de brotación y fructificación, número de yemas y total de racimos por planta en variedad Moscatel de Alejandría. Promedio de 10 años (2003-2012). Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Brotación (%)	Fructificación (%)	Nº de yemas por planta	Total racimos por planta
Franco	78,1 a	85,3 d	30 f	25 e
Salt Creek	79,9 a	99,4 c	36 cde	37 cd
Courdec 1613	78,1 a	106,0 bc	40 abc	41 bcd
Freedom	77,8 a	113,1 ab	40 abc	43 abc
Harmony	79,6 a	109,6 abc	43 a	46 ab
Paulsen 1103	80,5 a	113,9 ab	39 bcd	44 abc
Richter 99	81,1 a	109,5 abc	35 e	38 bcd
Richter 110	77,4 a	109,2 abc	39 bcd	42 abc
SO4	78,1 a	96,2 cd	40 abc	39 bcd
Saint George	78,6 a	98,8 cd	35 e	33 d
Ruggeri 140	79,3 a	121,3 a	41 ab	50 a

• **Concentración de nutrientes minerales**

Los resultados que se presentan en el **Cuadro 24**, indican que el portainjerto Salt Creek, absorbió la mayor cantidad de nitrógeno. Sin embargo, esta mayor cantidad no se reflejó en un mayor vigor de las plantas; como ya se ha mencionado, debido al problema de incompatibilidad con la variedad Moscatel de Alejandría. Salt Creek es el portainjerto que también registró la mayor concentración foliar de fósforo, siendo ella el doble de la cantidad acumulada por las plantas francas. Cabe señalar que Ruggeri 140, el portainjerto

Cuadro 24. Concentración foliar de macronutrientes en variedad Moscatel de Alejandría. Promedio de 10 años (2003-2012). Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Calcio (%)	Magnesio (%)
Franco	0,70 d	0,13 f	3,51 b	1,57 bc	0,36 b
Salt Creek	0,88 a	0,26 a	2,92 cd	1,42 de	0,25 e
Courdec 1613	0,77 bcd	0,20 bcde	4,17 a	1,13 f	0,26 de
Freedom	0,75 cd	0,16 def	3,76 ab	1,56 bc	0,25 e
Harmony	0,79 bc	0,19 cde	4,19 a	1,62 b	0,29 cd
Paulsen 1103	0,74 cd	0,21 abcd	3,69 b	1,55 bc	0,31 c
Richter 99	0,78 bcd	0,20 bcde	2,87 d	1,35 ef	0,41 a
Richter 110	0,78 bcd	0,23 abc	3,78 ab	1,53 bcd	0,26 de
SO4	0,76 bcd	0,15 ef	3,39 bc	1,75 a	0,26 de
Saint George	0,77 bcd	0,22 abc	3,50 b	1,40 ef	0,31 c
Ruggeri 140	0,84 ab	0,24 ab	3,49 b	1,51 cd	0,33 c
Rango adecuado	0,8-1,2	0,2-0,5	1,3-3,0	1,0-2,5	>0,3

que tuvo la mayor producción, registró concentraciones de nitrógeno y fósforo superiores a las plantas sin injertar.

Las mayores concentraciones de potasio se obtuvieron con Harmony y Courdec 1613, las de calcio con SO4 y las de magnesio con Richter 99. Se observó una interacción negativa en la absorción de potasio, calcio y magnesio por parte del portainjerto Courdec 1613, ya que la absorción del primer nutriente afectó la de los dos restantes.

Harmony y Ruggeri, registraron concentraciones de manganeso superiores al resto de los tratamientos y los portainjertos no afectaron las concentraciones foliares de zinc y cobre (**Cuadro 25**).

Cuadro 25. Concentración foliar de micronutrientes en variedad Moscatel de Alejandría. Promedio de 10 años (2003-2012).
Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Zinc (mg/kg)	Manganeso (mg/kg)	Cobre (mg/kg)
Franco	57 ab	44 cde	8 a
Salt Creek	62 a	47 cd	8 a
Courdec 1613	55 abc	49 cd	8 a
Freedom	48 cd	53 c	8 a
Harmony	42 d	74 a	6 c
Paulsen 1103	45 d	53 c	8 a
Richter 99	49 bcd	41 de	7 b
Richter 110	46 cd	52 c	8 a
SO4	45 d	46 cd	7 b
Saint George	47 cd	35 e	7 b
Ruggeri 140	49 bcd	64 b	8 a
Rango adecuado	>25	25-200	6-10

Resultados en la variedad Moscatel Rosada

• Vigor

La **Figura 18**, muestra que los portainjertos tuvieron una significativa influencia sobre el vigor de la variedad Moscatel Rosada. El mayor vigor, considerado como peso de poda promedio de diez años, se alcanzó con los portainjertos Courdec 1613, Salt Creek y Freedom. Un vigor intermedio se obtuvo con SO4, Richter 110, Paulsen 1103 y Ruggeri 140. Los menores pesos de poda, similares estadísticamente a las plantas sin injertar, se registraron con los portainjertos Saint George y Richter 110. Cabe señalar que el portainjerto Harmony, no fue utilizado en el estudio con la variedad Moscatel Rosada.

El peso de poda promedio de los tres portainjertos más vigorosos, fue 3,3 veces más alto que el de plantas francas.

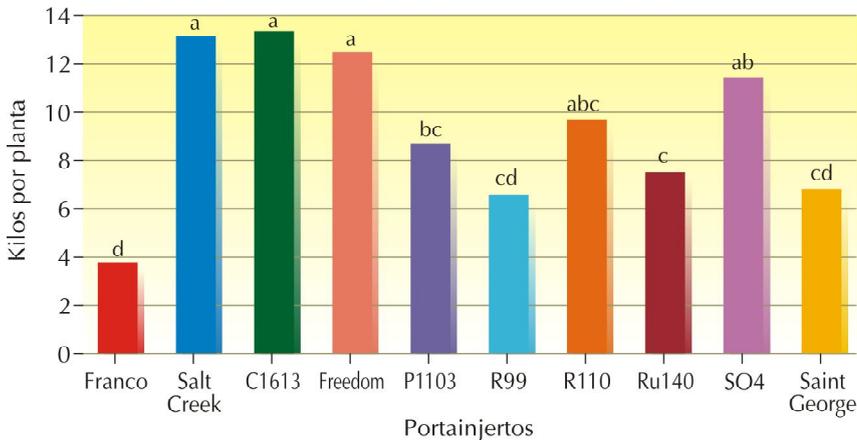


Figura 18. Peso de poda en variedad Moscatel Rosada. Promedio de 10 años (2003-2012). Letras iguales indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

• Compatibilidad

La mayor relación entre el perímetro de tronco de la variedad y del portainjerto, se registró con SO4 (**Figura 19**); sin embargo, con ninguna de las combinaciones se observaron problemas de incompatibilidad.

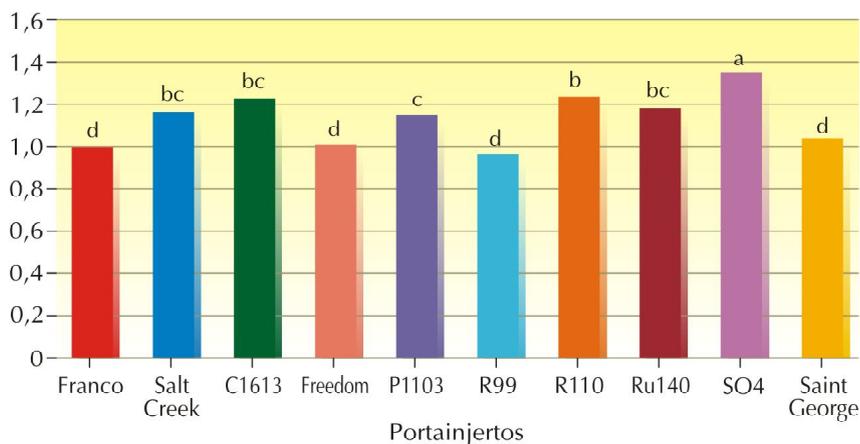


Figura 19. Relación entre el perímetro del injerto (Moscatel Rosada) y del portainjerto.

• Producción

De acuerdo con los resultados presentados en las **Figuras 20 y 21**, ninguno de los portainjertos aumentó significativamente la producción por planta, promedio de diez años, aunque se observó una tendencia a mayores producciones con Salt Creek y Richter 99.

No obstante, se destacó el positivo efecto de los portainjertos en el largo plazo, en donde fue posible observar una importante diferencia en la producción acumulada por planta du-

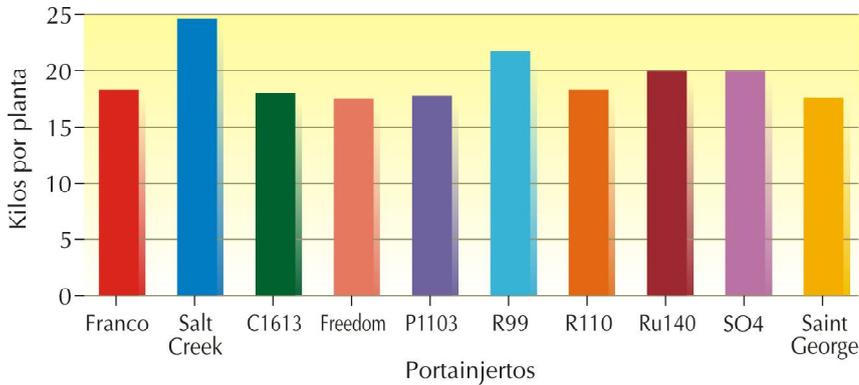


Figura 20. Producción por planta en variedad Moscatel Rosada. Promedio de 10 años (2003-2012).

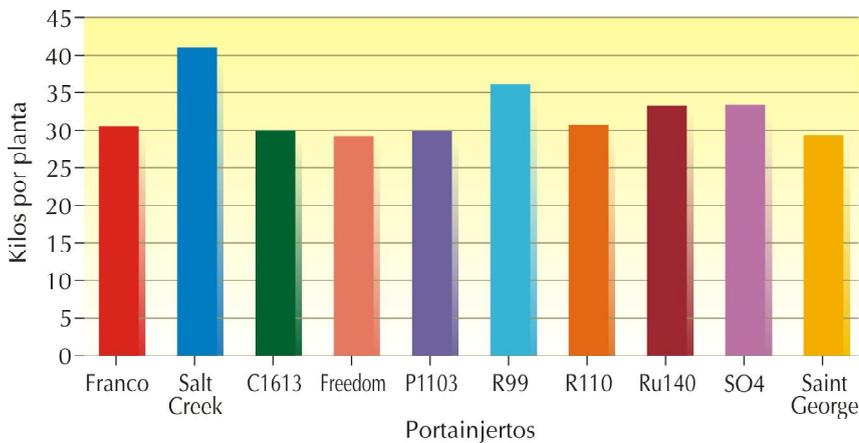


Figura 21. Producción por hectárea (1.667 plantas/ha) en variedad Moscatel Rosada. Promedio de 10 años (2003-2012).

rante diez años (**Figura 22**). El portainjerto Salt Creek, registró una producción acumulada de 206,3 kilos por planta, que se compara con 150,6 kilos en las plantas francas. El promedio de los portainjertos Richter 99, SO4 y Ruggeri 140, fue de 174,1 kilos por planta.

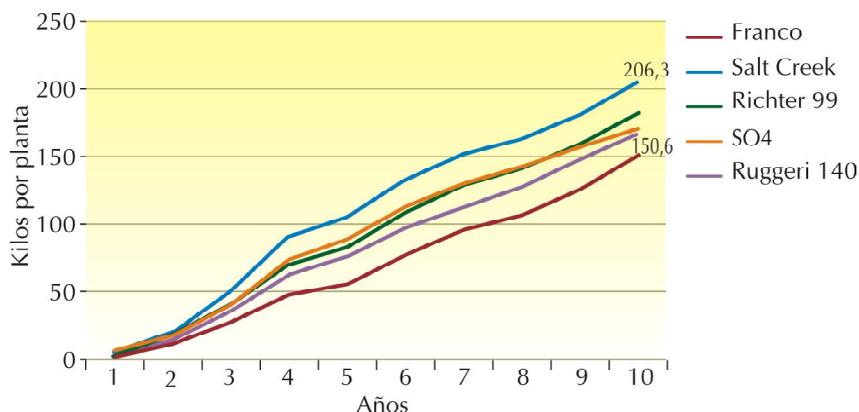


Figura 22. Producción acumulada por planta en variedad Moscatel Rosada.

• Calidad de fruta

Los parámetros de calidad de fruta no fueron influenciados por los portainjertos, de acuerdo a los resultados presentados en el **Cuadro 26**. Al respecto, es necesario considerar que los racimos de la variedad Moscatel Rosada, presentan un problema denominado millerandaje, que consiste en la presencia de bayas semilladas de tamaño normal y numerosas bayas pequeñas sin semilla en el mismo racimo (**Foto 8**). Con el propósito de aumentar el peso de los racimos destinados a la elaboración de pisco, se utilizan aplicaciones de ácido giberélico en dosis de 30 a 35 ppm cuando las bayas tienen un tamaño de cabeza de fósforo. En el presente estudio, las bayas crecieron naturalmente, por el probable efecto de una polinización cruzada con polen de racimos de Moscatel de Alejandría, cuyas plantas estaban en el mismo bloque de evaluación. Los datos de peso y calibre de baya del Cuadro 26, corresponden a bayas con semilla.

Cuadro 26. Calidad de fruta en variedad Moscatel Rosada. Promedio de 10 años (2003-2012). Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Peso racimo (g)	Peso raquis (g)	Nº bayas por racimo	Bayas con semillas	Bayas sin semillas	Peso baya (g)	Calibre baya (mm)
Franco	320,0 a	13,0 a	112 ab	50,4 a	49,2 a	4,5 a	20,0 a
Salt Creek	301,0 a	15,3 a	126 a	56,2 a	43,8 a	4,9 a	20,6 a
Courdec 1613	272,5 a	12,8 a	100 b	50,4 a	49,6 a	4,9 a	20,7 a
Freedom	279,6 a	13,1 a	103 b	59,7 a	40,3 a	4,4 a	20,2 a
Paulsen 1103	283,3 a	15,7 a	102 b	49,8 a	50,2 a	4,9 a	20,6 a
Richter 99	315,7 a	13,9 a	120 ab	57,4 a	42,6 a	4,6 a	20,1 a
Richter 110	271,3 a	13,0 a	108 b	50,1 a	49,9 a	4,6 a	20,3 a
SO4	280,7 a	13,5 a	100 b	48,8 a	51,2 a	4,8 a	20,3 a
Saint George	268,2 a	14,3 a	109 ab	52,6 a	47,4 a	4,8 a	20,5 a
Ruggeri 140	291,7 a	13,5 a	110 ab	47,6 a	52,4 a	4,7 a	20,2 a



Foto 8. Racimo de Moscatel Rosada, con millerandaje.

Un análisis más detallado de los datos, indica que a pesar de no existir diferencia estadística, los portainjertos más vigorosos tuvieron en general, peso de racimo y número de bayas por racimo, inferiores a las plantas francas. Este efecto se visualizó en el campo (**Foto 9**), como consecuencia de un exceso de vigor en las plantas. Una estrategia para reducir el vigor y/o aprovecharlo para aumentar la producción, es dejar un alto número de yemas

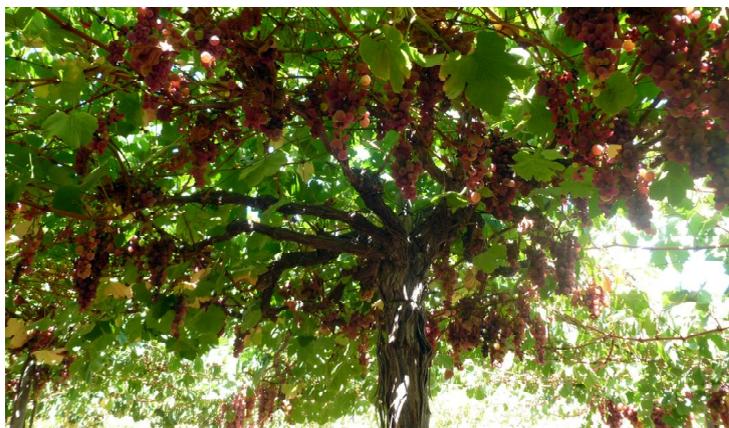


Foto 9. Racimos con bajo número de bayas en Moscatel Rosada, por exceso de vigor (portainjerto Freedom).

por planta durante la labor de poda. Esto sin dejar de lado un adecuado programa de fertilización y riego.

El contenido de sólidos solubles en las bayas, no fue alterado por los portainjertos, excepto con Richter 99, que redujo el contenido en relación con las plantas sobre sus propias raíces. La mayoría de las combinaciones aumentó la acidez, excepto Saint George y Richter 99. El pH no fue modificado por los portainjertos (**Cuadro 27**).

Cuadro 27. Composición de la fruta en variedad Moscatel Rosada. Promedio de 10 años (2003-2012). Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Sólidos solubles (°Brix)	Acidez (%)	pH
Franco	22,7 abc	0,51 d	3,58 abc
Salt Creek	22,2 cd	0,58 ab	3,61 ab
Courdec 1613	22,8 abc	0,58 ab	3,62 ab
Freedom	22,2 cd	0,60 a	3,62 ab
Paulsen 1103	22,8 abc	0,57 abc	3,58 abc
Richter 99	21,9 d	0,55 bcd	3,53 c
Richter 110	23,2 ab	0,58 ab	3,57 bc
SO4	22,4 bcd	0,59 ab	3,54 c
Saint George	23,4 a	0,53 cd	3,63 a
Ruggeri 140	22,6 abcd	0,58 ab	3,57 bc

• Brotación y fructificación

Se observó que todos los portainjertos incrementaron el número de yemas y el total de racimos por planta y no modifi-

caron el porcentaje de brotación (**Cuadro 28**). A pesar de no existir diferencias estadísticas, los portainjertos mostraron una clara tendencia a mayores porcentajes de fructificación que las plantas sin injertar.

Cuadro 28. Porcentajes de brotación y fructificación, número de yemas y total de racimos por planta en variedad Moscatel Rosada. Promedio de 10 años (2003-2012). Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Brotación (%)	Fructificación (%)	Nº de yemas por planta	Total racimos por planta
Franco	80,8 a	107,0 a	38 c	43 b
Salt Creek	79,2 a	123,8 a	51 ab	64 a
Courdec 1613	76,9 a	120,3 a	50 ab	60 a
Freedom	79,1 a	116,3 a	50 ab	58 a
Paulsen 1103	77,3 a	113,8 a	49 ab	54 a
Richter 99	80,5 a	121,6 a	45 ab	55 a
Richter 110	80,4 a	121,2 a	47 ab	57 a
SO4	79,0 a	118,0 a	53 a	63 a
Saint George	80,2 a	120,3 a	50 ab	61 a
Ruggeri 140	79,7 a	120,5 a	47 ab	57 a

- **Concentración de nutrientes minerales**

Concentraciones foliares de nitrógeno superiores a plantas francas, se obtuvieron con los portainjertos Salt Creek, Saint George, Courdec 1613, Paulsen 1103 y Richter 110 (**Cuadro 29**). Todos los portainjertos, excepto Freedom, aumentaron

Cuadro 29. Concentración foliar de macronutrientes en variedad Moscatel Rosada. Promedio de 10 años (2003-2012). Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Calcio (%)	Magnesio (%)
Franco	0,79 d	0,23 d	2,29 a	1,52 de	0,46 a
Salt Creek	1,18 a	0,45 a	1,46 b	1,56 cde	0,38 d
Courdec 1613	1,03 abc	0,38 ab	2,26 a	1,86 a	0,42 bc
Freedom	0,93 cd	0,30 cd	1,37 b	1,50 e	0,29 f
Paulsen 1103	0,99 bc	0,33 bc	1,46 b	1,58 cde	0,40 cd
Richter 99	0,95 bcd	0,35 bc	1,58 b	1,51 de	0,44 ab
Richter 110	0,98 bc	0,32 bc	1,42 b	1,53 cde	0,34 e
SO4	0,94 bcd	0,34 bc	1,44 b	1,78 ab	0,38 d
Saint George	1,10 ab	0,45 a	2,12 a	1,67 bcd	0,44 ab
Ruggeri 140	0,94 bcd	0,36 bc	1,62 b	1,69 bc	0,45 ab
Rango adecuado	0,8-1,2	0,2-0,5	1,3-3,0	1,0-2,5	>0,3

la concentración de fósforo, destacando Salt Creek y Saint George, que la aumentaron dos veces en relación con las plantas sin injertar. Las concentraciones de potasio y magnesio no fueron influenciados por los portainjertos y Courdec 1613 registró la mayor absorción de calcio.

Los resultados que se presentan en el **Cuadro 30**, muestran que los portainjertos Salt Creek y Courdec 1613, tuvieron las más altas concentraciones foliares de zinc y manganeso, respectivamente. La concentración de cobre, a su vez, no fue modificada por los portainjertos.

Cuadro 30. Concentración foliar de micronutrientes en variedad Moscatel Rosada. Promedio de 10 años (2003-2012).
Letras iguales en cada columna indican ausencia de diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

Portainjerto	Zinc (mg/kg)	Manganeso (mg/kg)	Cobre (mg/kg)
Franco	51 c	67 cd	9 a
Salt Creek	87 a	99 b	9 a
Courdec 1613	55 c	135 a	6 d
Freedom	67 b	106 ab	7 c
Paulsen 1103	56 c	91 bcd	8 b
Richter 99	67 b	68 cd	7 c
Richter 110	60 bc	93 bc	7 c
SO4	60 bc	68 cd	6 d
Saint George	55 c	63 d	7 c
Ruggeri 140	50 c	91 bcd	7 c
Rango adecuado	>25	25-200	6-10

LOS PORTAINJERTOS Y EL SISTEMA RADICULAR

Introducción

El sistema radicular de las vides, no ha sido estudiado tan extensamente como los brotes y los órganos reproductivos. Las raíces no pueden ser vistas fácilmente en el suelo o separadas de él, ya que son frágiles y se dañan con mucha facilidad, y lo más importante es que son difíciles de medir debido a su gran número y variabilidad. Sin embargo, y a pesar de estas dificultades, es esencial generar información sobre el sistema radicular, debido a que las raíces absorben la mayor parte del agua y nutrientes requeridos por la parte aérea. Además, las raíces sintetizan reguladores de crecimiento, que se necesitan para un adecuado desarrollo de los brotes y racimos.

El interés actual, es mejorar la función de las raíces para incrementar el crecimiento de los brotes, la producción y la calidad de la fruta. En este sentido, es relevante el conocimiento del sistema radicular de los portainjertos, pues es conocida la influencia que ellos ejercen sobre el comportamiento vegetativo y reproductivo de las variedades que se injertan sobre ellos.

No es sorprendente que los diversos portainjertos difieran en sus sistemas radiculares, considerando la amplia base genética usada para su generación y la heterogeneidad den-

tro del género *Vitis*. El comportamiento de los portainjertos puede ser entendido de mejor forma, si se dispone de más conocimiento de sus raíces, tanto a nivel morfológico, como fisiológico.

Con el propósito de incrementar el conocimiento sobre el sistema radicular de los portainjertos, se realizó un estudio en el Centro Experimental Vicuña, aprovechando el material vegetal establecido en el ensayo de largo plazo, que entregó datos de varios años.

Metodología

En junio de 2012, se estudió el sistema radicular de la variedad de uva de mesa Flame Seedless y de la variedad de uva pisquera Moscatel de Alejandría. En ambos casos, se compararon las plantas francas (sin injertar), con portainjertos que registraron alto vigor: Salt Creek y Harmony en Flame Seedless, y Ruggeri 140 y Harmony en Moscatel de Alejandría.

Para el estudio de las raíces se utilizó el método de trincheira, que consiste en una excavación de 1,2 metros de profundidad y 1,2 metros de ancho en el perfil del suelo. La excavación se realizó en forma transversal a la línea de plantación y separada 50 cm desde el tronco de las plantas. Se utilizó un marco metálico de 1 m² con un sistema de cuadrículas de 10 cm de separación, el que se ubicó contra el perfil del suelo para facilitar el conteo de raíces en profundidad (**Foto 10**).



Foto 10. Análisis de raíces en planta de Moscatel de Alejandría.

Para comparar el sistema radicular de las plantas francas, con el de los portainjertos, se determinó la densidad de raíces (cantidad por m²), distribución de ellas en profundidad y el índice de enraizamiento. Para este índice se empleó la siguiente fórmula:

$$IE = \frac{\text{raíces finas} + \text{raíces delgadas}}{\text{raíces medias} + \text{raíces gruesas}}$$

De acuerdo con su diámetro las raíces fueron clasificadas en cuatro grupos:

- Raíces finas = menores de 0,5 mm
- Raíces delgadas = entre 0,5 y 2,0 mm
- Raíces medias = entre 2,0 y 5,0 mm
- Raíces gruesas = mayores de 5,0 mm

Para cada combinación variedad: portainjerto se utilizaron dos repeticiones, es decir los resultados corresponden al promedio de dos trincheras. También es importante señalar que el perfil de suelo no presentó restricciones físicas para el crecimiento de las raíces en profundidad y el sistema de riego usado fue goteo.

Resultados

El **Cuadro 31**, muestra resultados de densidad de raíces e índice de enraizamiento (IE) y el **Cuadro 32**, la distribución de raíces en el perfil del suelo en la variedad Flame Seedless.

Cuadro 31. Densidad de raíces e índice de enraizamiento (IE), en la variedad Flame Seedless.

Portainjerto	Raíces por m ²	IE
Franco	469	13,8
Salt Creek	811	33,1
Harmony	613	34,3

Los resultados muestran una mayor densidad de raíces y una mayor presencia de raíces finas (IE), en las plantas injertadas. Esta característica podría ser la causa de la mayor absorción de nitrógeno y fósforo observada con el portainjerto Salt Creek y de potasio con Harmony.

Cuadro 32. Distribución de raíces en profundidad (cm) en variedad Flame Seedless.

Profundidad	Franco		Salt Creek		Harmony	
0-20	157	33,50%	295	36,40%	276	45,10%
20-40	130	27,70%	215	26,50%	132	21,50%
40-60	72	15,40%	132	16,30%	89	14,50%
60/80	73	15,60%	105	12,90%	53	8,60%
80-100	37	7,80%	64	7,90%	63	10,30%

El 75% de las raíces se concentraron en los primeros 60 cm de suelo, tanto en las plantas francas como en las injertadas. Este análisis sugiere que la densidad de raíces, más que la profundidad, hace la diferencia entre portainjertos y plantas francas, lo cual influye en el vigor, producción y calidad de la fruta.

Los resultados del análisis de raíces en la variedad Moscatel de Alejandría, se presentan en los **Cuadros 33 y 34**.

Cuadro 33. Densidad de raíces e índice de enraizamiento (IE), en la variedad Moscatel de Alejandría.

Portainjerto	Raíces por m ²	IE
Franco	705	21,4
Harmony	623	19,3
Ruggeri 140	523	36,2

Cuadro 34. Distribución de raíces en profundidad (cm), en la variedad Moscatel de Alejandría.

Profundidad	Franco		Harmony		Ruggeri 140	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
0-20	205	29,1%	187	30,0%	185	35,4%
20-40	217	30,8%	208	33,4%	131	25,0%
40-60	153	21,7%	163	26,2%	94	18,0%
60/80	90	12,7%	51	8,2%	85	16,3%
80-100	40	5,7%	14	2,2%	28	5,3%

Los resultados en la variedad Moscatel de Alejandría, difieren de aquellos obtenidos en Flame Seedless, pues la densidad de raíces en las plantas sin injertar fue superior al de las plantas injertadas. Sin embargo, el mayor índice de enraizamiento (presencia de raíces finas), se alcanzó con Ruggeri 140. El portainjerto que registró la mayor producción es la variedad Moscatel de Alejandría.

En relación con la distribución de raíces en profundidad, la mayor parte de ella estuvo concentrada en los primeros 60 cm: 86,1% en las plantas francas, 89,6% en Harmony y 78,4% en Ruggeri 140. En ambas variedades el portainjerto Harmony, registró la mayor densidad de raíces en los primeros 60 cm de profundidad.

A pesar de registrar una densidad de raíces mayor que los portainjertos Ruggeri 140 y Harmony, el vigor y nivel de producción de las plantas francas de Moscatel de Alejandría, fueron considerablemente menores. Las observaciones consideradas en conjunto, sugieren que además del tamaño del sistema radicular, otros factores más sutiles como la longevidad de las raíces, la capacidad de absorción de nutrientes y agua, y características fisiológicas y bioquímicas (ej. capacidad para sintetizar citoquininas), contribuyeron a las diferencias en el efecto de los portainjertos.

CONCLUSIONES GENERALES

De acuerdo con la información recopilada en estudios de largo plazo con portainjertos, en las condiciones edafoclimáticas del área de Vicuña en el Valle de Elqui, Región de Coquimbo, se puede concluir que:

- Los portainjertos ejercieron una fuerte influencia sobre el comportamiento vegetativo y productivo de las variedades de vid estudiadas.
- En las variedades de uva de mesa Flame Seedless y Superior Seedless, la mayor producción se registró con el portainjerto SO4, el cual no fue usado en la variedad Red Globe. Los portainjertos Salt Creek, Harmony, Freedom y Courdec 1613, resultaron en producciones superiores a las plantas francas en las variedades Red Globe y Flame Seedless. Ninguno de los portainjertos aumentó significativamente el rendimiento en la variedad Sultanina.
- La mayor producción estuvo asociada a un vigor más alto de las plantas, medido como peso de poda, con los portainjertos Salt Creek, Harmony, Freedom y Courdec 1613. Sin embargo, esta relación no se observó con SO4, pues este portainjerto confirió un vigor moderado a bajo.

- En general, los portainjertos tuvieron un positivo efecto sobre los parámetros de calidad peso y calibre de baya en las variedades Flame Seedless y Sultanina, destacando SO4 y Salt Creek. Estos parámetros no fueron influenciados en las variedades Red Globe y Superior Seedless. Además, la composición de la fruta (contenido de sólidos solubles y acidez), no fue afectada negativamente por los portainjertos.
- El porcentaje de fructificación, marcadamente más bajo en las variedades blancas respecto de las variedades de color, fue influenciado positivamente por algunos portainjertos, destacando Harmony en Flame Seedless y Sultanina y SO4 en Superior Seedless. En la variedad Red Globe, la mayoría de los portainjertos aumentó la fructificación de las yemas en relación con las plantas sin injertar.
- El estudio demostró la gran influencia que los portainjertos ejercen sobre la composición nutricional de las variedades de uva de mesa. En particular, Salt Creek mostró un alto potencial para incrementar los niveles de nitrógeno y fósforo. Del mismo modo, Harmony y Courdec 1613, registraron altos contenidos foliares de potasio. Por otra parte, la variedad Superior Seedless fue capaz de acumular una alta cantidad de potasio en los pecíolos, independiente de los portainjertos.

- En las variedades pisqueras, los portainjertos incrementaron considerablemente la producción por planta en la variedad Moscatel de Alejandría, destacando Ruggeri 140, Harmony y Freedom. Contrariamente, los portainjertos no aumentaron significativamente la producción respecto de las plantas sin injertar en la variedad Moscatel Rosada. Sin embargo, al considerar la producción acumulada de diez años, la producción con Salt Creek fue un 37% superior a la de las plantas francas. En general, las mayores producciones estuvieron relacionadas con el mayor vigor conferido por los portainjertos.
- Aunque la calidad de los racimos no es relevante en las variedades pisqueras, los portainjertos Harmony, Ruggeri 140 y Freedom, aumentaron el peso y calibre de las bayas en la variedad Moscatel de Alejandría. Harmony y Ruggeri 140 también aumentaron el contenido de sólidos solubles de las bayas, que es el índice de cosecha utilizado en las variedades destinadas a la elaboración de pisco. Los parámetros descritos no fueron alterados por los portainjertos en la variedad Moscatel Rosada. Sin embargo, en esta variedad se observó un problema de disminución de peso y número de bayas por racimo, relacionado con un alto vigor de las plantas, especialmente con los portainjertos Freedom y Courdec 1613.

- Los portainjertos que presentaron las mayores producciones en la variedad Moscatel de Alejandría, Ruggeri 140, Harmony y Freedom, también registraron altos porcentajes de fructificación y cantidad de racimos por planta. En la variedad Moscatel Rosada, no hubo efecto significativo de los portainjertos sobre estos parámetros.
- Los mayores niveles foliares de nitrógeno y fósforo se obtuvieron con los portainjertos Salt Creek y Ruggeri 140 en la variedad Moscatel de Alejandría. En la variedad Moscatel Rosada, se alcanzaron con Salt Creek y Saint George. Asimismo, Harmony y Courdec 1613, registraron las mayores concentraciones de potasio.
- Los portainjertos Salt Creek y Harmony, presentaron una mayor densidad de raíces y un mayor índice de enraizamiento que las plantas sin injertar en la variedad Flame Seedless. En la variedad Moscatel de Alejandría, la densidad de raíces en las plantas sin injertar, fue superior a la de los portainjertos Harmony y Ruggeri 140. Sin embargo, este último tuvo el mayor índice de enraizamiento. En ambas variedades de uva, la mayor densidad de raíces se concentró en los primeros 60 cm de profundidad de suelo (sobre el 75%).

BIBLIOGRAFÍA

- Amiri, M. and E. Fallahi. 2007.** Influence of mineral nutrients on growth, yield, berry quality, and petiole mineral nutrient concentrations of table grape. *Journal of Plant Nutrition* 30(3):463-470.
- Ferree, D., Cahoon, M. Ellis, D. Scurlock and G. Johns. 1996.** Influence of eight rootstocks on the performance of White Riesling and Cabernet Franc over five years. *Fruit Varieties Journal* 50(2): 124-130.
- Fisarakis, I., N. Nikolaou, P. Tsikalas, I. Therios and D. Stavrakas. 2005.** Effect of salinity and rootstock on concentration of potassium, calcium, magnesium, phosphorus, and nitrate-nitrogen in Thompson Seedless Grapevine. *Journal of Plant Nutrition* 27(12): 2117-2134.
- Garcia, M., P. Gallego, C. Daverede and H. Ibrahim. 2001.** Effect of three rootstocks on grapevine (*Vitis vinifera* L.) cv. Négrette, grown hydroponically. I. Potassium, calcium and magnesium nutrition. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 22(2):101-103.
- Hardie, W. and R. Cirami. 2003.** Grapevine rootstocks. p. 150-176. *In:* B. G. Coombe and P. R. Dry (eds). *Viticulture* (V. 1). Resources. Winetitles, Adelaide, Australia.
- Ibacache, A. and C. Sierra. 2009.** Influence of rootstocks on nitrogen, phosphorus and potassium content in petioles of four table grape varieties. *Chilean Journal of Agricultural Research* 69(4): 503-508.

- Koundouras, S., I. Tsialtas, E. Zioziou, N. Nikolaou. 2008.** Rootstocks 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(1-2):86-96.
- Martínez, A., M. Erena, J. Carreño y J. Fernández. 1990.** Patrones de la vid. Serie Divulgación Técnica 9. 63 p. Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua, Región de Murcia, España.
- May, P. 1994.** Using grapevine rootstocks: the australian perspective. *Winetitles*. Australia, 62 p.
- Muñoz, J. y A. Ibacache. 1982.** Uso de portainjertos: posible forma de mejorar el vigor del cultivar Moscatel de Alejandría. *Investigación y Progreso Agropecuario, La Platina* N° 11: 26-27.
- Muñoz, J. y R. Ruiz. 1998.** Influencia de diferentes portainjertos de vides sobre aspectos de crecimiento, producción y nutricionales en el cultivar Red Globe. *Aconex* 58:5-9.
- Nikolaou, N., M. Koukourikou, N. Karagiannidis. 2000.** Effects of various rootstocks on xylem exudates, cytokinin content, nutrient uptake and growth patterns of grapevine *Vitis vinifera* L. cv. Thompson Seedless. *Agronomie* 20:363-373.
- Nuzzo, V. and M. Matthews. 2006.** Response of fruit growth and ripening to crop level in dry-farmed Cabernet Sauvignon on four rootstocks. *Am. J. Enol. Vitic* 57(3): 314-324.

- Reynolds, A. and D. Wardle. 2001.** Rootstocks impact vine performance and fruit composition of grapes in British Columbia. Hort. Technol. 11(3): 419-427.
- Robinson, J. B. 2005.** Critical plant tissue values and application of nutritional standards for practical use in vineyards. p. 61-68. In: Christensen, L. P. and D. R. Smart (eds.). Proceedings of the Soil Environment and Vine Mineral Nutrition Symposium. The American Society for Enology and Viticulture, Davis, California, USA.
- Satisha, J., R. G. Somkuwar, J. Sharma, A. Upadhyay and P. G. Adsule. 2010.** Influence of rootstocks on growth, yield and fruit composition of Thompson Seedless grapes grown in the Pune region of India. S. Afr. J. Enol. Vitic. 31(1):1-8.
- Satisha, J., S. Ramteke and G. Karibasappa. 2007.** Physiological and biochemical characterisation of grape rootstocks. S. Afr. J. Enol. Vitic. 28(2).
- Sellés, G., R. Ferreyra, M. Pinto, R. Ruiz (eds). 2012.** Portainjertos en uva de mesa: experiencias en el Valle de Aconcagua. 110 p. Boletín INIA N° 251. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Cruz, Chile.
- Smart, D., E. Schwass, A. Lakso, and L. Morano. 2006.** Grapevine rooting patterns. A comprehensive analysis and review. Am. J. Enol. Vitic. 57(1): 89-104.
- Sommer, K., M. Islam and P. Clingeleffer. 2001.** Sultana fruitfulness and yield as influenced by season, rootstock and trellis type. Australian Journal of Grape and Wine Research 7:19-26.

- Tambe, T. and M. Gawade. 2004.** Influence of rootstocks on vine vigour, yield and quality of grapes. *Acta Hort.* 662: 259-263.
- Verma, S., S. Singh, and H. Krishna. 2010.** The effect of certain rootstocks on the grape cultivar Pusa Urvashi (*Vitis vinifera* L.). *International Journal of Fruit Science* 10: 16-28.
- Walker, R., D. Blackmore and P. Clingeleffer. 2009.** Impact of rootstocks 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* 16:243-257.
- Wolpert, J., M. Walker, E. Weber (eds). 1992.** Proceedings rootstock seminar: a worldwide perspective. 84 p. American Society for Enology and Viticulture, Reno, Nevada.
- Zhang, X., R. Walker, R. Stevens and L. Prior. 2002.** Yield-salinity relationships of different grapevine (*Vitis vinifera* L.) scion: rootstock combinations. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 8:150-156.