

UNIVERSIDAD DE CHILE
SERIE CIENCIAS AGRONÓMICAS N° 13/2009

LA REPLANTACIÓN DE FRUTALES

Ensayos controlados en Chile

Editor

Gabino Reginato M.

Comité Asesor

Bruno Razeto M.

Oscar Carrasco R.



Santiago - Chile 2009

G. Reginato M.

LA REPLANTACIÓN DE FRUTALES

Ensayos controlados en Chile

Santiago, Universidad de Chile

Facultad de Ciencias Agronómicas, 2009. Serie Ciencias Agronómicas N° 13

120 páginas

Financiamiento:

Fundación para la Innovación Agraria. Proyecto FIA-PI-C-2003-1-A-010

SERIE ISBN: 978-956-19-0363-0

LIBRO ISBN: 978-956-19-0631-0

R.P.I. : 181647

Facultad de Ciencias Agronómicas

Departamento de Producción Agrícola

Universidad de Chile

Casilla 1004, Santa Rosa 11.315, La Pintana, Santiago

e-mail: greginat@uchile.cl

Edición 500 ejemplares

Diseño y Diagramación: Marcela Bustamante Salgado

Impreso en Salesianos Impresores S. A.

AGRADECIMIENTOS

El editor quiere agradecer especialmente a:

Los ingenieros agrónomos Karen Mesa J. y Claudio Córdova C., por su dedicación durante los cinco años de investigación, y por la materialización de los resultados del proyecto FIA “Diagnóstico y Manejo de la Replantación en Frutales: Acciones Necesarias para la Sustentabilidad Futura de la Industria Frutícola” en esta obra. Al Comité Asesor de la Universidad de Chile, integrado por los profesores Ing Agr. M.S. Bruno Razeto M. e Ing. Agr. Oscar Carrasco R., por sus valiosos aportes al manuscrito.

A la Fundación para la Innovación Agraria, FIA, por el apoyo a la iniciativa presentada para estudiar los problemas de la replantación de frutales en Chile y por la difusión de los resultados en este documento impreso.

A la empresa que lideró este proyecto, Agrícola Parlier Ltda., y en especial a su gerente, Tomás Hunneus M., así como también a todas las empresas y personas que apoyaron con los ensayos de campo de este proyecto: Universidad de Chile, Sociedad Agrícola Uniagri Copiapó Ltda. (Univiveros); Sociedad Agrícola El Álamo de Naicura dos Ltda.; Frutal Ltda.; Inversiones y Exportaciones Requinox Ltda.; Sociedad Agrícola Pehúen de Curicó Ltda. (Viverosur Ltda.); Sociedad Agrícola Alborada S.A., Trical Sudamericana S.A., Exportadora Aconcagua Ltda. (ACONEX), Dole Chile S.A.; Dow AgroSciences y Jaime Prohens.

A los tesisistas de la Universidad de Chile: Andrea Veloz P., Natalia Arancibia U., Italo Giavelli N. y Edgardo Soto R., y al Ing. Agr. José Covarrubias P., por su dedicación en las evaluaciones de los ensayos.

ÍNDICE

PRÓLOGO	7
1 INTRODUCCIÓN	9
Caracterización del problema	9
Sintomatología	12
Medidas de control.....	13
Literatura citada.....	15
2 SUPUESTOS, METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYOS	17
Evaluación del crecimiento y replantación	19
Literatura citada.....	26
3 MANZANO	27
Efecto del tiempo de espera	27
Evaluación de portainjertos.....	35
Fumigación y tipo de planta utilizada.....	41
Literatura citada.....	43
4 PERAL	45
Efecto de fumigantes y enmiendas orgánicas	45
Literatura citada.....	49
5 CIRUELO	51
Efecto del tiempo de espera	51
Efecto del cultivo previo y portainjertos	53
Evaluación de una replantación comercial	56
Literatura citada.....	57

6 DURAZNERO	59
Efecto del tiempo de espera	59
Portainjertos y replantación de duraznero	63
Literatura citada.....	72
7 CEREZO.....	75
Portainjertos para la replantación	75
Tiempo de espera.....	81
Evaluación de fumigantes	84
Replantación de cerezos después de manzanos.....	85
Literatura citada.....	86
8 NOGAL.....	87
Efecto del tiempo de espera	87
Evaluación de diferentes tratamientos al suelo.....	89
9 VID	93
Replantación de vid.....	93
Evaluación de fumigantes	96
Portainjertos en la replantación de vides	97
Literatura citada.....	102
10 PALTO.....	103
Evaluación de tratamientos al suelo	103
Literatura citada.....	110
11 DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA DE REPLANTACIÓN MEDIANTE ENSAYOS EN MACETAS	111
Experiencia con la técnica.....	111
Evaluación de problemas de replantación con ensayos en macetas	112
Evaluación en macetas de potenciales problemas de replantación en paltos.....	118
Literatura citada.....	120

PRÓLOGO

Chile presenta condiciones naturales privilegiadas para la fruticultura. Sin embargo, la superficie es limitada. Aunque se ha ido expandiendo hacia latitudes más extremas, e, incluso, invadiendo laderas de cerro y terrenos marginales, gracias a la adopción de técnicas de riego tecnificado, la cantidad de nuevos terrenos disponibles para el establecimiento de frutales es cada vez más reducida. Entonces, la utilización de suelos previamente ocupados con frutales se va haciendo más recurrente, lo cual se ve incentivado por el dinamismo que tiene actualmente la fruticultura. Este dinamismo deriva de las rotaciones cortas, a raíz del cultivo intensivo, con la masificación de la plantación en alta densidad y de la aparición, cada vez más rápida, de opciones atractivas comercialmente (nuevas variedades e, incluso, nuevas especies o actualización de otras).

Lamentablemente, la vía de expansión (o mantención) de la fruticultura, mediante la replantación de terrenos donde los huertos fueron arrancados, se ve drásticamente limitada debido al problema de replantación, por algunos llamado “cansancio del suelo”, el cual, muchas veces, determina un magro comportamiento de los árboles, cuando una especie frutal se planta en un suelo previamente ocupado por ella misma.

La replantación con una misma especie representa una decisión frecuente, y muy lógica, pues el productor tiende a aprovechar la infraestructura disponible para ella, los conocimientos y la experiencia adquirida por él mismo, y por los trabajadores en el manejo del huerto, y los contactos comerciales existentes. Se agrega a esto el hecho que, en muchos casos, las condiciones climáticas y edáficas se prestan más para el cultivo de determinada especie en particular, lo cual no permite el cambio hacia otra especie. Complica aún más la situación, el hecho

que el “cansancio del suelo” puede también afectar a otras especies frutales, botánicamente cercanas a aquella previamente plantada.

Entonces, la presente publicación trata ampliamente esta importante materia, basándose en una exhaustiva revisión bibliográfica, y muy especialmente en la experiencia adquirida en cinco años de investigación realizada en el proyecto “Diagnóstico y Manejo de la Replantación en Frutales: Acciones Necesarias para la Sustentabilidad Futura de la Industria Frutícola”, Código FIA-PI-C-2003-1-A-010. Este proyecto fue auspiciado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), y contó con la activa participación de productores y de las estaciones experimentales de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, quienes gentilmente facilitaron sus predios, representativos de la fruticultura chilena, para la realización de los ensayos.

El libro describe, en once capítulos, la situación actual del problema de replantación en Chile, en las especies: manzano, peral, ciruelo, duraznero, cerezo, nogal, vid y palto, indicando posibles soluciones.

1

INTRODUCCIÓN

La necesidad de renovación de los huertos frutales está siendo común en diversas áreas productivas del país, ya sea por razones de mercado o manejo, entre las que destacan el envejecimiento de las plantaciones, cambios en las demandas de variedades o huertos de baja productividad. En la actualidad, por razones de mercado o por condiciones agroclimáticas, existen áreas en donde la renovación de los huertos será por las mismas especies frutales, pues dichas zonas están altamente especializadas en determinados cultivos.

Así, el dinamismo propio de la actividad frutícola ha llevado a recambiar y modernizar los huertos, estableciendo plantaciones de mayor densidad e introducción de nuevas técnicas de poda y producción, en suelos previamente ocupados por frutales. Si bien, hasta hace algunos años, la replantación de frutales ha sido una actividad relativamente aislada, en el futuro ésta acción será cada vez más utilizada por los fruticultores.

La replantación de huertos plantea nuevos desafíos a los productores, pues es ampliamente conocido el efecto negativo que puede ocurrir al replantar con la misma especie frutal, con riesgo de enfrentar problemas de crecimiento, vigor, deficiencias nutritivas, muerte del sistema radical, retraso en la producción y pobre rendimiento, o una reducción de la vida útil de las plantaciones, hasta el punto que la plantación frutal puede ser económicamente no viable. A este efecto negativo se le denomina “problema de replantación” o “cansancio del suelo”, siendo ampliamente descrito para otras áreas frutícolas del mundo, aunque, según Utkhede y Smith (1994) y McKenry (1999), la incidencia y severidad del problema dependen de la región y del huerto e, incluso, puede no presentarse en algunas zonas.

Caracterización del problema

Los problemas de replantación en la agricultura son comunes y ocurren en plantas perennes y anuales, especialmente inducidos por el hombre, cuando se tiende a un monocultivo. Sin embargo, en muchas especies, cuando tienen la habilidad de lidiar con esta situación, es posible realizar un monocultivo sin grandes problemas. El origen de este comportamiento está en la seguridad que

tendrá la especie de estar ubicada correctamente en una sucesión de plantas, o en la seguridad de colonizar suelos que no están ya utilizados por la misma especie, asegurando así una competencia más eficiente por el espacio, fenómeno que se ha estudiado en plantas que crecen en dunas.

Las causas del problema de replantación son, a menudo, pobremente entendidas y, en la mayoría de los casos, los agentes no están del todo claros (Hoestra, 1994), señalándose que las causas del pobre desarrollo y retraso en la entrada en producción se deben a factores bióticos y abióticos. Utkhede y Smith (1994) diferencian entre “enfermedad de replantación”, donde sólo se contemplan factores bióticos, dentro de los cuales se consideran hongos (*Phytophthora* spp., *Phytium* spp., *Fusarium* spp.), bacterias (*Agrobacterium tumefaciens*), actinomicetes, nematodos, y las interacciones entre ellos; y “problemas de replantación”, que incluyen tanto factores bióticos como abióticos como los causantes del menor crecimiento. Los factores abióticos se refieren a deterioro de las condiciones físicas del suelo, metabolitos tóxicos de degradación orgánica, alteraciones nutricionales provocadas por el monocultivo, exceso o falta de humedad, acumulación de metales pesados, bajo o alto pH u otros problemas del suelo (Utkhede y Smith, 1994). Gur y Cohen (1988) consideran que el factor más importante lo constituye la presencia de ciertos compuestos cianogénicos, que, al hidrolizarse, inhiben el desarrollo radicular de huertos replantados, y cuya persistencia radica, principalmente, en su lenta descomposición, la cual es causada mayoritariamente por bacterias y en mucho menor grado por nematodos y hongos.

McKenry (1999), para frutales de carozo y vides en California, planteó una hipótesis con los factores antes mencionados, indicando cuatro componentes interrelacionados: 1) componente de rechazo, que es específico de la especie; 2) problemas físicos y químicos del suelo; 3) plagas o patógenos; y 4) necesidades nutricionales iniciales. Mientras los efectos de los componentes de rechazo y nutricional aparecen en los primeros años, los otros ocurren en cualquier momento, pero usualmente tarde. El efecto de rechazo no lo identifica a un efecto específico de compuestos químicos, como sería el caso de la “alelopatía” (del inglés *allelopathy*), sino que existiría una asociación entre tejidos vegetales vivos y flora microbiana que crece y persiste sobre restos de raíces. El componente de plagas se refiere a un efecto no específico, pues los organismos plaga involucrados (generalmente nematodos) no son, en la mayoría de los casos reportados, específicos para la especie afectada. El componente físico o químico se refiere a acumulación de sales, herbicidas u otros compuestos (incluidos aquellos “alelopáticos”), o a la alteración física del perfil, por compactación u otros. Es así como, bajo condiciones de suelos ácidos hay menor propensión al problema de replantación en manzanos (SARD= *Specific Apple Replant Disease*) (Hoestra, 1994), mientras que con pH alcalinos, se presentan problemas de replantación más severos.

En cuanto a las necesidades nutricionales iniciales, para el caso del manzano, Sadowski *et al.* (1988) registraron la reducción del crecimiento y rendimiento, además de una alta mortalidad de huertos replantados con fertilizaciones de

140 kg de nitrógeno por hectárea y, aún más con de 240 kg/ha. Esto fue atribuido a la acción tóxica del Al y Mn presentes en altas concentraciones en la zona de raíces, causado por un drástico aumento de la acidez del suelo por altas dosis de nitrógeno en forma de NH_4NO_3 ; además Neilsen y Yorston (1991) indican como causantes del pobre crecimiento a toxicidades provocadas por excesos de Al, Mn o As, y deficiencias de nutrientes, incluido K..

Dentro de este complejo, el componente de rechazo y de nematodos serían los principales, y los que requerirían de mayor atención. Así, numerosas publicaciones indican que, en pomáceas, los actinomicetes, los cuales viven sobre las raíces, atacándolas, aparecen involucrados como una de las causas importantes de los problemas de replantación y corresponderían al problema de replantación específico del manzano (SARD).

Sin embargo, es difícil determinar el agente causal primario o el factor predominante del problema de replantación, sino más bien sería causado por una interacción de factores individuales, cuyos efectos nocivos sobre las plantas son acumulativos. Por esta razón, dependiendo del origen o causa del problema, existen distintas medidas de control, por lo que varios tratamientos han sido propuestos para reducir o eliminar el problema de replantación. Entre ellos se cuenta con la desinfección química del suelo, previo a la plantación, con fumigantes de amplio espectro o con tratamientos de esterilización de suelos, como la aplicación de calor.

El problema de replantación presenta una cierta persistencia, pues, de no ser así, no existirían problemas para realizar monocultivo en el corto plazo (Durán, 1976). Además, según Hoestra (1994), es específico y algunas especies son más propensas al problema. La persistencia puede estar asociada a organismos de resistencia que esperan a que el hospedero se encuentre nuevamente, o que persisten en tejidos vivos de otras especies. Estos organismos no necesariamente son patógenos de la especie, pudiendo ser microflora asociada a las raíces. La causa principal del problema también determina la especificidad; por ejemplo, si la causa principal son los nematodos, será poco específica, pero si son actinomicetes, como el caso de pomáceas, u otra microflora asociada a raíces de frutales de carozo, la especificidad será dentro del grupo de especies más afines (Figura 1). Al respecto, Aldea y Parnia (1993), lograron mayor disminución del crecimiento de plántulas de cerezo en macetas con suelos obtenidos de plantaciones adultas de cerezo y duraznero, comparado con suelos provenientes de manzanos.

Otras características que se han descrito son: que desaparece al retransplantar a suelo fresco; las plantas sólo se afectan por el portainjerto en que se encuentren; al mezclar suelo sano con enfermo se producen síntomas intermedios; el lixiviado de suelo no siempre reproduce los problemas de replantación; no se controla con adición de nutrientes (aunque a veces favorece la adición de fósforo); y no necesariamente se reproduce con la adición de raíces al suelo sano.

CULTIVO SIGUIENTE	CULTIVO ANTERIOR											
	DURAZNERO	CEREZO	DAMASCO	ALMENDRO	CIRUELO	MANZANO	PERAL	CÍTRICOS	NOGAL	KAKI	VID	OLIVO
DURAZNERO	X	X	O	O	O	*	*					
CEREZO	X	X	O	O	O	O	*					
DAMASCO	O	O	O	O	O	*	*				O	
ALMENDRO	O	O	O	O	O	*	*	O				
CIRUELO	*	O	O	O	O	O	*					
MANZANO	*	*	*	*	*	O	O		O			
PERAL	*	*	*	*	*	O	O					
CÍTRICOS								O	*	*		
NOGAL								O	O			
KAKI									O	*		
VID											O	
OLIVO												*

* = Inmediato; O= después de 3 o 4 años; X = después de 18 a 20 años

Figura 1

Problemas de replantación esperados entre diferentes especies frutales, y tiempo de espera necesario para superarlos (Fregoni, 1962).

Sintomatología

El problema de replantación no presenta una sintomatología diferencial que permita diagnosticarla, sino que corresponde a síntomas inespecíficos que se traducen en una disminución generalizada del vigor de las plantas; principalmente, los síntomas se observan en la parte aérea, con pobre desarrollo de ésta, sobre todo los primeros años, mostrando menor número de brotes, entrenudos más cortos y hojas más pequeñas. En algunos casos se han descrito clorosis foliares, con carencia general, sin llegar a la muerte de las plantas. El crecimiento de las plantas en suelo replantado cesa antes que el de aquellas en un suelo virgen o fumigado. De acuerdo a McKenry (1999), la disminución del crecimiento llega a niveles extremos de 7:1 (relación de crecimiento fumigado: no fumigado) (California), aunque, en general, la literatura específica indica problemas de replantación cuando la relación de crecimiento es de 2:1 y efectos graves cuando es sobre 3:1.

A nivel radicular se describen pardeamientos y necrosis de las raíces, con muerte de éstas, la que, aunque no siempre evidente, es especialmente importante en manzanos, donde se han encontrado actinomicetes como un componente importante del problema de replantación. La disminución de la raíz genera pobre absorción, con la consecuente nutrición deficitaria del árbol (Durán, 1976); al respecto, Hoestra (1988) señala que árboles de la familia de las Rosáceas, dependen en gran parte de raíces primarias, de breve duración para la absorción de agua y nutrientes; por lo tanto, cuando éstas son destruidas o dañadas severamente por patógenos, el estrés que se genera es suficiente para reducir considerablemente el crecimiento.

Medidas de control

La espera de un tiempo variable, dependiendo de la especie, es una medida que permite la replantación de especies frutales. Este período según investigadores italianos puede alcanzar hasta los 20 años en algunas especies, aunque McKenry (1999), para California, indica un período de espera de 4 años, con una reducción del problema de 25% por año.

Dada la complejidad del sistema, y la poca claridad acerca del factor específico involucrado en cada caso, los tratamientos de amplio espectro son, invariablemente, los más efectivos para evitar los problemas al replantar inmediatamente, siendo la fumigación con bromuro de metilo la más comúnmente utilizada, aunque Willet *et al.* (1994) generalizan en que la aplicación de fumigantes al suelo aumenta el crecimiento y rendimiento de los árboles. De acuerdo a Mai *et al.* (1994), la fumigación elimina la causa biótica del problema, reduciendo la población de nematodos en raíces y suelo, comparado con zonas no tratadas

Aunque muy efectivo, el bromuro de metilo es un producto en retirada, dada su toxicidad y efecto ambiental negativo, por lo que se han implementado otros fumigantes de amplio espectro con resultados similares a los del bromuro de metilo. Así, el 1,3-dicloropropeno (1,3-D) es un fumigante de acción nematocida que, adicionalmente, mata las raíces remanentes en el suelo, logrando un buen efecto en replantaciones. Similar efecto causa el metil isotiocianato (Vapam), sin embargo, la dificultad para lograr un tratamiento homogéneo y la necesidad de esperar un año para superar efectos indeseados no lo han convertido en una alternativa en California. La pasteurización por calor, con vapor de agua a 60 ó 70°C por 30 minutos, también es una alternativa exitosa y amigable con el medio ambiente; no obstante, su dificultad de utilización en terreno no ha permitido su difusión como medida de control. La técnica de solarización, que a través de la radiación solar calienta el suelo cubierto con polietileno por cuatro a seis semanas en los meses de mayor temperatura, ha demostrado eliminar patógenos, (González, 2006), y ha sido utilizada con éxito en la reutilización del suelo en

cultivos, y producción de flores (Cartia *et al.*, 1989; Meron *et al.*, 1989; Gamliel *et al.*, 1989; Tjamos *et al.*, 1989).

Dada la efectividad de la desinfección de suelos, ésta ha sido útil como método de diagnóstico, ya que si después de realizada la desinfección el crecimiento no mejora respecto de no haber tratado el suelo, el problema de replantación se considera ausente.

Otra recomendación para superar los problemas de replantación, principalmente en frutales de carozo, ha sido causar la muerte de los tejidos vivos, mediante herbicidas, antes de remover el huerto; de esta manera, la muerte de las raíces elimina el componente de rechazo y los nematodos que persisten dentro de los tejidos; con esto se podría reducir el período de espera a 18 meses (McKenry, 1999).

Por otro lado, Utkhede y Li (1989) estimularon el desarrollo de las plantas con la aplicación al suelo de un fertilizante fosfatado, al igual que Neilsen *et al.* (1990), quienes recomiendan la aplicación de fosfato monoamónico (MAP) en suelos fumigados, aunque también se recomienda para suelos no fumigados (Gur *et al.*, 1998) pudiendo reemplazar a la fumigación. Además, Neilsen *et al.* (1994) indican que la fertilización puede combinarse con tratamientos de fumigantes o fungicidas, para aumentar el crecimiento de las plantas en el primer año, indicando la aplicación de Mancozeb junto con MAP en la plantación.

Otra alternativa de manejo de los problemas de replantación consiste en emplear un portainjerto de otra especie, opción que se utiliza en frutales de carozo, para lograr la adaptación a las condiciones del suelo (Lemus, 1993; Loreti y Gil, 1993), siempre y cuando el problema no esté acompañado de un problema inespecífico, como los nematodos, caso en el cual deben usarse portainjertos resistentes. También se ha probado, con relativo éxito, el uso de portainjertos que, aunque sujetos a los efectos de replantación, le imprimen un vigor más alto a la nueva plantación, superando con ello la reducción de crecimiento que le impone el problema de replantación; un ejemplo de esto son las experiencias chilenas con vides 'Red Globe' sobre portainjertos vigorosos y resistentes a nematodos, con buen resultado, y la incorporación de portainjertos híbridos almendro-duraznero para la replantación de durazneros.

El control biológico del problema de replantación se puede lograr de dos formas. La primera consiste en aumentar los niveles naturales de antagonistas en el suelo y la rizósfera, por medio de tratamientos que favorezcan un ecosistema benéfico, como, por ejemplo, rotación de cultivos, enmiendas orgánicas, aplicaciones foliares de nutrientes o reguladores de crecimientos que logren exudaciones radiculares que permitan el control de la microflora de la rizósfera. Una segunda forma de control consiste en una incorporación de microorganismos benéficos en el suelo, generando una influencia de tipo directa. Muchas veces, una conjunción

de estos dos tipos de control biológico, directo e indirecto, producen un mejor efecto (Catska, 1993). De acuerdo con muchos autores (Catska, 1993; Utkhede, 1993; Zucconi, 1993), la solución al problema de replantación requiere de técnicas biológicas que puedan restaurar la composición de microflora del suelo dañada por el monocultivo. Sin embargo, para poder implementar este tipo de control, se requiere manejar gran cantidad de información, lo cual dificulta su puesta en práctica, pero, como gran ventaja, el control biológico ofrece protección al medio ambiente, limitando la contaminación, así como también, mejora la calidad de los suelos y aguas subterráneas (Bellapart, 1988).

Literatura citada

- Aldea, V. and C. Parnia. 1993. Investigation on the agrobiological implications in sweet cherry replant disease. *Acta Horticulturae* 324:79-80.
- Bellapart, C. 1988. Agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química. Editorial Aedos, Barcelona. 279 p.
- Durán, S. 1976. Replantación de frutales: sucesión de cultivos y su patología. Editorial Aedos, Barcelona. 330 p.
- Cartia, G., T. Cipriano and N. Greco. 1989. Effect of solarization and fumigants on soil borne pathogens of pepper in greenhouse. *Acta Horticulturae* 255: 111-116.
- Catska, V. 1993. Fruit tree replant problem and microbial antagonism in soil. *Acta Horticulturae* 324: 23-33.
- Gamliel, A., E. Hadar and J. Katan. 1989. Soil solarization to improve yield of gypsophila in monoculture systems. *Acta Horticulturae* 255: 131-138.
- González, S. (ed.) 2006. Bromuro de Metilo: un Fumigante en Retirada. Santiago, Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Serie Libros INIA N°20. 174 p.
- Gur, A. and Y. Cohen. 1988. Causes of soil sickness in replanted peaches: I. The role of cyanogenesis in peach soil sickness. *Acta Horticulturae* 233: 25-29.
- Gur, A., J. Luzzati and J. Katan. 1998. Alternatives for soil fumigation in combating apple replant disease. *Acta Horticulturae* 477:107-113.
- Hoestra, H. 1987. General remarks on replant disease. *Acta Horticulturae* 233: 11-15.
- Hoestra, H. 1994. Ecology and pathology of replant problems. *Acta Horticulturae* 363: 1-10.
- Lemus, G. 1993. Plantación y replantación. pp. 68-71. *In*: Lemus, G. (Ed.). Duraznero en Chile. Los Andes, Chile. 331 p.

Loreti, F. y G. Gil. 1993. Comportamiento bioagronómico de los principales portainjertos del duraznero. *Revista Frutícola*, 14(2): 45-51.

Mai, W. F., I.A. Merwin and G.S. Abawi. 1994. Diagnosis, etiology and management of replant disorders in New York cherry and apple orchards. *Acta Horticulturae* 363: 33-41.

McKenry, M. 1999. *The replant problem*. Catalina publishing. Fresno, USA. 124 p.

Meron, M., Y. Filler, Y. Cohen and A. Grinstein. 1989. Solarization and fumigation for reclamation of organic soils. *Acta Horticulturae* 255: 117-124.

Neilsen, G.H., E.J. Hogue and P. Parchomuk. 1990. Effect of phosphorus on the establishment and early fruiting of apples on dwarfing rootstocks. *Compact Fruit Tree* 23: 110-116.

Neilsen, G.H. and J. Yorston. 1991. Soil disinfection and monoammonium phosphate fertilization increase precocity of apples on replant soils. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 116: 651-654.

Neilsen, G.H., J. Beulah, E.J. Hogue and R.S. Utkhede. 1994. Planting-hole amendments modify growth and fruiting of apples on replant sites. *HortScience* 29 (2): 82-84.

Sadowski, A., K. Scibisz, K. Tomala, T. Kozanecka and M. Kepra. 1988. Negative effects of excessive nitrogen and potassium fertilization in a replanted apple orchard. *Acta Horticulturae* 233:85-94.

Tjamos, E. C., V. Karapapa and D. Bardas. 1989. Low cost application of soil solarization in covered plastic houses for the control of *verticillium* wilt of tomatoes in Greece. *Acta Horticulturae* 255: 139-149.

Utkhede, R.S. and T.S. Li. 1989. Chemical and biological treatments for control of apple replant disease in British Columbia. *Canadian Journal of Plant Pathology* 11: 143-147.

Utkhede, R. S. 1993. Biological control in apple replant disease. *Acta Horticulturae* 324: 47-52.

Utkhede, R.S. and E.M. Smith. 1994. Biotic and abiotic causes of replant problems of fruit trees. *Acta Horticulturae* 363: 129-134.

Willet, M., T.J. Smith, A.B. Peterson, H. Hinman, R.G. Stevens, T. Ley and P. Tvergyak. 1994. A successful apple replant educational program in Washington State. *Acta Horticulturae* 363: 153-159.

Zucconi, F. 1993. Allelopathies and biological degradation in agricultural soils: an introduction to the problem of soil sickness and other soil born diseases. *Acta Horticulturae* 324: 11-22.

SUPUESTOS, METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYOS

**Gabino Reginato M.
Karen Mesa J.**

Basándose en la literatura, y en la evidencia de los resultados de ensayos realizados en Chile o en el extranjero, la metodología establece algunos supuestos o consideraciones. El primero es que se toma como modelo del problema de replantación, la hipótesis propuesta por McKenry (1999), en que el problema radica en una interacción de cuatro factores, siendo los principales el componente de rechazo (microorganismos específicos) y el efecto de plagas, principalmente nematodos (efecto no específico); secundariamente, existirían problemas físicos, químicos y nutricionales en el suelo.

Teniendo en cuenta este modelo, se estableció que el resultado a obtener era la identificación de la magnitud del problema, no esclareciendo las causas específicas, o la identificación de organismos, compuestos o interacciones involucradas en éste. Al respecto, a diferencia de las experiencias de otros investigadores, quienes han intentado identificar los componentes específicos involucrados, en este trabajo se optó por una metodología simple, que entregara resultados y respuestas demostrativas.

Dada la consistente respuesta del crecimiento de las plantas cuando el suelo es sometido a algún tratamiento de amplio espectro, como fumigación o esterilización, es que todos los ensayos realizados contemplaron un tratamiento de estas características, el cual permite visualizar y cuantificar el crecimiento potencial de las plantas, emulando a una condición de suelo virgen. Así, los ensayos se establecieron contrastando un tratamiento control, correspondiente a suelo sin fumigar, el cual manifestaría los problemas de replantación, con respecto al tratamiento de fumigación de amplio espectro, que mostraría el crecimiento potencial del árbol al estar en un suelo virgen. Para este tratamiento de fumigación se utilizó bromuro de metilo, por la facilidad de operación en unidades pequeñas y por su amplio espectro; en algunas unidades experimentales se probaron otros tratamientos, como nematicidas, secado de plantas,

fungicidas (Manzate), insecticidas, fertilizantes (fertilización fosfatada, MAP) o incorporación de compost o guano, para, por efectos diferenciales, descartar algunos de los factores que podrían originar el problema, bajo esa determinada condición. Dada la eliminación del uso de bromuro de metilo como fumigante en la producción y replantación de árboles frutales, en algunas unidades se realizaron aplicaciones de 1,3-dicloropropeno y cloropicrina, en conjunto o por separado. Se consideró que existían problemas de replantación cuando existió estímulo de crecimiento con el tratamiento de fumigación respecto del crecimiento en el suelo testigo.

Se estudió el efecto de prácticas de manejo, tiempo de espera y la utilización de portainjertos, como medidas de mitigación de los problemas de replantación. Las prácticas de manejo probadas, dependiendo de la especie, fueron: la aplicación de nematicidas, fungicidas (Manzate), insecticidas o fertilizantes (fertilización fosfatada, MAP), el secado de plantas y la incorporación de compost o guano. Para estudiar el efecto del tiempo de espera, posterior a la cosecha del año 2004, se arrancaron árboles adultos de las unidades experimentales y se eligieron parcelas, sobre las hileras originales de la plantación, en que, cada año, y hasta por cuatro años, se plantaron seis plantas de la misma variedad y portainjerto a una distancia de 1 m entre plantas (sobrehilera). Estas plantas permanecieron plantadas hasta el término del proyecto o hasta que se requirió usar el suelo con otro destino. Para el estudio de los portainjertos, y su efecto en la replantación, se establecieron plantaciones comparativas, para determinar diferencias de crecimiento entre tratamientos de suelo y portainjertos.

Como proyección futura de crecimiento de árboles sobre diferentes patrones o condiciones, y basado en experiencias que indican que los árboles jóvenes siguen una tendencia lineal de crecimiento, los ensayos se mantuvieron por todo el período de duración del proyecto (cuatro años), de manera de comparar la tasa de crecimiento del segundo al cuarto año de desarrollo, como una medida de tamaño potencial inducido por el portainjerto, y como comparación con el crecimiento de portainjertos ya conocidos en el país. El proyecto no evaluó el efecto sobre la productividad inducida por los portainjertos.

El principal parámetro evaluado fue el crecimiento vegetativo de las plantas, expresado como área de sección transversal de tronco (ASTT), la que fue determinada al momento de la plantación y al final de cada temporada de crecimiento. En algunas unidades experimentales, al finalizar la primera temporada de desarrollo, se evaluaron otros parámetros de crecimiento vegetativo, como largo de brote, número de hojas, área foliar, etc. El ASTT fue calculado según las siguientes fórmulas:

$$1) \text{ ASTT} = \frac{\text{perímetro} \times \text{perímetro}}{12,56}$$

$$2) \text{ ASTT} = \text{diámetro} \times \text{diámetro} \times 0,79$$

Las especies frutales utilizadas, así como la unidad experimental donde se establecieron los ensayos, y los tratamientos probados se muestran en el Cuadro 1.

Evaluación del crecimiento y replantación

El criterio usado para determinar la existencia de problemas de replantación en una condición determinada fue la comparación del crecimiento de las plantas entre la condición de ese mismo suelo fumigado y sin fumigar, esto bajo el supuesto que la fumigación remueve todas las posibles causas que determinan los problemas de replantación en frutales; en la medida que la fumigación de suelo estimule el crecimiento, mayor serán los problemas de replantación en esa condición de suelo (Foto 1). De la misma manera, la diferencia de crecimiento de un determinado patrón a las dos condiciones de suelo ya descritas indicará el grado de resistencia o tolerancia de ese patrón a esa condición de replantación; a menor diferencia de crecimiento, mayor el grado de tolerancia de ese patrón al problema de replantación.

Cuando se indica a un patrón como “resistente” a la condición de replantación, refiriéndose a la aptitud del mismo para condiciones de replantación, debe necesariamente distinguirse entre la tolerancia y el vigor de los diferentes patrones. En tolerancia ese patrón no se ve afectado en su crecimiento al ser plantado en una condición de replantación, estando el suelo fumigado o no. La otra condición, aquella en que la aptitud está dada por el vigor, el crecimiento puede verse afectado por la replantación, pero esta reducción de crecimiento es contrarrestada por el mayor vigor que el patrón le imprime a la variedad injertada sobre él.

Por ello, es fundamental evaluar el crecimiento vegetativo de la manera más objetiva posible, debiendo para ello seleccionarse aquellas variables de crecimiento que efectivamente ilustran las diferencias observadas. Sin duda que, en el caso de ensayos controlados, la evaluación de la masa total acumulada durante el tiempo que dure el ensayo refleja, ciertamente, el crecimiento del árbol, pues incluye posible diferencias originadas por diferente tamaño de hoja, grosor de tallos, tamaño de raíz, etc. Sin embargo, esta evaluación está limitada a efectuarse sólo al final del ensayo, por el carácter destructivo de ésta.

Otras variables susceptibles de ser evaluadas se refieren al número de hojas, largo de brotes, número de brotes, largo de internudos, área de la hoja, área foliar, etc. Sin embargo, no todas ellas ilustran necesariamente el crecimiento del árbol. En el caso específico de la vid, una comparación del crecimiento bajo dos condiciones de suelo muestra que el número de brotes, área de la hoja o largo del internudo (Figura 2) muestran menores diferencias que el largo de brotes, área foliar total o número de hojas (Figura 3). Si bien estas variables reflejaron adecuadamente el crecimiento acumulado luego de un año de crecimiento, son demorosas de evaluar, debiendo buscarse algunas variables que sean sencillas y rápidas de hacerlo.

Cuadro 1*Especies evaluadas en las distintas unidades experimentales, y tratamientos aplicados en ellas*

Espece	Descripción del ensayo	Unidad Productiva	Localidad	Tratamiento
Manzano	Replantación y efecto del tiempo de espera	Soc. Agríc. Uniagri Copiapo Ltda. Univiveros	Paine, R.M.	Fumigación (bromuro de metilo) Secado de plantas Fertilización fosfatada (MAP) y fungicidas (Manzate) Control
		Soc. Agríc. Alborada S.A.	Curicó, VII	Fumigación (bromuro de metilo) Secado de plantas Fertilización fosfatada (MAP) y fungicidas (Manzate) Control
		Universidad de Chile, Estación Experimental San Agustín de Aurora	Talca, VII	Fumigación (bromuro de metilo) Secado de plantas Fertilización fosfatada (MAP) y fungicidas (Manzate) Control
	Fumigación y tipo de planta utilizada	Frutal Ltda.	Quinta de Tilcoco, VI	Fumigación Control
	Utilización de portainjertos	Soc. Agríc. Uniagri Copiapó Ltda. Univiveros	Paine, R.M.	Fumigación (1,3-D) Control
		Frutal Ltda.	Quinta de Tilcoco, VI	Fumigación (bromuro de metilo) Control
Peral	Replantación	Universidad de Chile, Estación Experimental San Agustín de Aurora	Talca, VII	Fumigación (bromuro de metilo) Control
		Frutal Ltda.	Quinta de Tilcoco, VI	Fumigación (bromuro de metilo) Fumigación (bromuro de metilo) + compost Control Control + compost
Ciruelo	Replantación y efecto del tiempo de espera	Agrícola Parlier Ltda.	Champa, R.M.	Fumigación (bromuro de metilo) Control
	Utilización de portainjertos	Agrícola Parlier Ltda.	Champa, R.M.	Fumigación (1,3-D líquido) Control

Especie	Descripción del ensayo	Unidad Productiva	Localidad	Tratamiento
Duraznero	Replantación y efecto del tiempo de espera	Agrícola Parlier Ltda.	Champa, R.M.	Fumigación (bromuro de metilo) Control
		Universidad de Chile, Campus Antumapu	La Pintana, R.M.	Fumigación (bromuro de metilo) Secado de plantas Nematicida Control
	Utilización de portainjertos	Agrícola Parlier Ltda.	Champa, R.M.	Fumigación (1,3-D líquido) Control
		Universidad de Chile, Campus Antumapu	La Pintana, R.M.	Fumigación (1,3-D gaseoso) Secado de plantas Nematicida Control
Cerezos	Utilización de portainjertos	Agrícola El Alamo Ltda.	Naicura, VI	Fumigación (bromuro de metilo) Control
		Soc. Agríc. Pehuén de Curicó Ltda. Viverosur Ltda.	Romeral, VII	Fumigación (1,3-dicloropropeno) Control
	Replantación y efecto del tiempo de espera	Soc. Agríc. Pehuén de Curicó Ltda. Viverosur Ltda.	Romeral, VII	Fumigación (bromuro de metilo) Control
		Agrícola El Alamo Ltda.	Naicura, VI	Fumigación (bromuro de metilo) Control
	Replantación y evaluación de fumigantes	Agrícola El Alamo Ltda.	Naicura, VI	Fumigación (1,3-D) Fumigación (cloropicrina) Fumigación (1,3-D + cloropicrina) Control
	Replantación de cerezos después de manzanos	San Luis de Pedehue	San Fernando, VI	Fumigación (bromuro de metilo) Control
Nogal	Replantación y efecto del tiempo de espera	Universidad de Chile, Campus Antumapu	La Pintana, R.M.	Fumigación (bromuro de metilo) Secado de plantas Control
			Pirque, R.M.	Fumigación (bromuro de metilo) Aplicación de guano Fumigación (bromuro de metilo) + guano Control
	Replantación	Suc. Luis Alessandrini G.	Huechún, R.M.	Suelo replantado (vivero) Suelo virgen

Especie	Descripción del ensayo	Unidad Productiva	Localidad	Tratamiento
Vid	Replantación	Frutal Ltda.	Quinta de Tilcoco, VI	Fumigación (bromuro de metilo) Control
	Evaluación de fumigantes	Jaime Prohens	San Lorenzo, IV	Fumigación (1,3-D riego) Fumigación (1,3-D gaseoso) Fumigación (bromuro de metilo) Control
	Utilización de portainjertos	Frutal Ltda.	Quinta de Tilcoco, VI	Fumigación (1,3-D gaseoso) Control
			San Lorenzo, IV	Fumigación (1,3-D riego) Control
		Aconex	Copiapó, III	Fumigación (1,3-D gaseoso) Fumigación (1,3-D riego 1) Fumigación (1,3-D riego 2) control
	Palto	Replantación	Ignacio Covarrubias S.	Bartolillo, V



Foto 1

Vides ‘Sultanina’ creciendo en un suelo previamente cultivado con vides, fumigado (izquierda) o no fumigado (derecha)

Numerosos autores han indicado que el tamaño de un árbol puede ser expresado por su área de sección transversal de tronco (ASTT, expresado en cm^2), especialmente durante sus primeros años de vida, antes que éste sea intervenido fuertemente por podas. Esta aseveración proviene de información que indica que el área de sección transversal de tronco está linealmente relacionada con el área foliar de un árbol o el peso de éste. De hecho, el crecimiento acumulado de vides 'Sultanina', expresado como peso seco, está linealmente bien correlacionado con el ASTT y con el área foliar total (Figura 4). De la misma manera, el ASTT se encuentra bien correlacionada con el tamaño del árbol, medido como interceptación de radiación solar, en manzanos de cinco años de edad, independiente del portainjerto en que estén injertados (Figura 5).

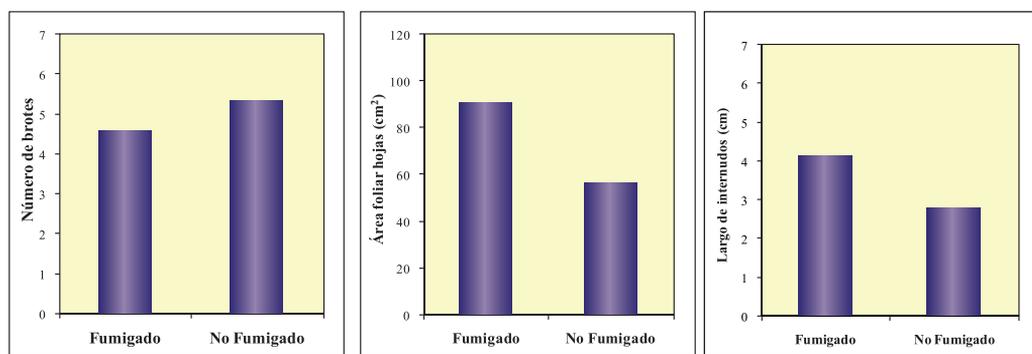


Figura 2

Número de brotes, área media de hoja y largo del internudo de vides 'Sultanina' luego de crecer en un suelo previamente cultivado con vides, ya sea fumigado o no fumigado

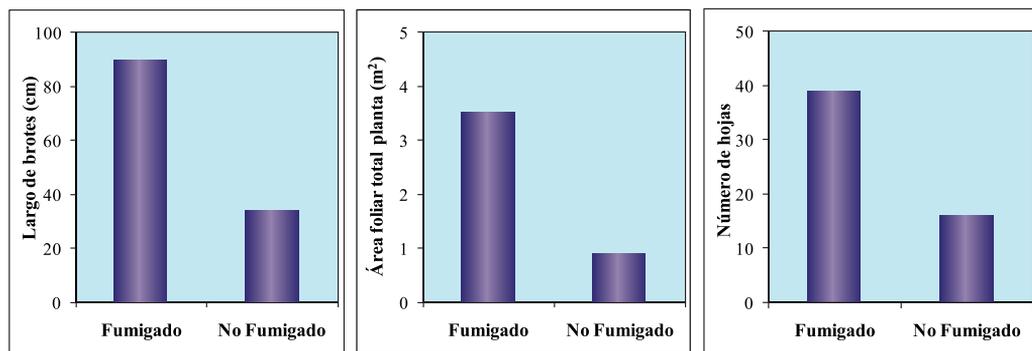


Figura 3

Largo de brotes, área foliar total y número de hojas de vides 'Sultanina' luego de crecer en un suelo previamente cultivado con vides, ya sea fumigado o no fumigado

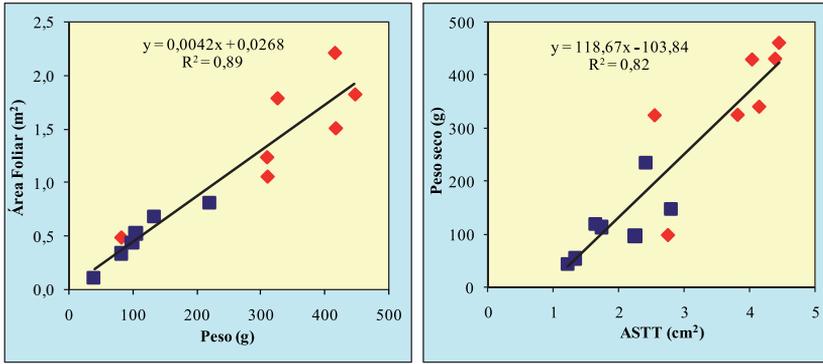


Figura 4

Relación del área foliar total (izquierda) y del área de sección transversal de tronco (derecha) con el peso seco de plantas de vides ‘Sultanina’ luego de crecer en un suelo previamente cultivado con vides, ya sea fumigado (rojo) o no fumigado (azul)

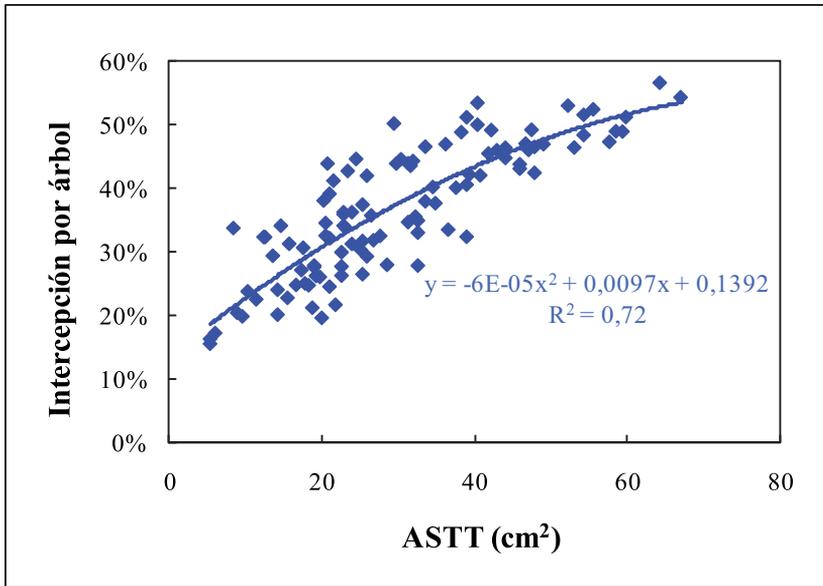


Figura 5

Intercepción de radiación solar a mediodía, como función del ASTT (cm²) para manzanos ‘Royal Gala’, injertados sobre 8 portainjertos.
Fuente: Reginato, G. (2002)

Así, el crecimiento total acumulado en el tiempo puede ser representado por el área de sección transversal de tronco (ASTT), pudiendo compararse diferentes situaciones y ensayos.

Sin embargo, en algunos casos, como plantas recientemente plantadas, y con bajo crecimiento en el año de establecimiento, el tamaño inicial del tronco influye

fuertemente en el valor de ASTT acumulado, siendo más apropiado evaluar, en esos casos, el crecimiento como el ASTT acumulado en un intervalo de tiempo determinado, en este caso en el año de establecimiento. Adicionalmente, la tasa de crecimiento anual de los árboles es prácticamente lineal después del establecimiento de éste, lo cual toma el primer año de la plantación (Lavín 2001; Reginato *et al.*, 2005), y permite la comparación de diferentes condiciones, ya sea dada por lugares, suelos, patrones, etc. como parámetros útiles para lograr una mejor, y más general y completa, interpretación de los resultados. Por ejemplo, Reginato (2002) (Figura 6) estableció que la tasa de crecimiento de manzanos 'Royal Gala' es entre 16 y 18 cm²/año para patrones vigorosos, pero sólo de 4 cm² para aquellos muy enanizantes, tasas de crecimiento reportadas en la zona de Buin, que son similares a las de huertos comerciales de las mismas combinaciones creciendo en Curicó, Linares y Valdivia, pero muy superiores a las reportadas por Lavín (2001) para la zona de Cauquenes.

Otra aproximación posible al potencial de crecimiento de árboles frutales de diferentes especies o variedades puede ser obtenida a partir de la selección de individuos de diferentes edades, que sean seleccionados como representativos de un crecimiento calificado como bueno. Al respecto, en la Figura 7 se describe el crecimiento de variedades de vides, mediante un gráfico que muestra huertos calificados como de buen crecimiento, de diferentes edades y creciendo en diferentes zonas, pudiendo apreciarse que es posible obtener algún criterio para calificar el crecimiento de cualquier otro huerto, usando como base el crecimiento lineal de los árboles, en términos de área de sección transversal de tronco. De esta manera, esta

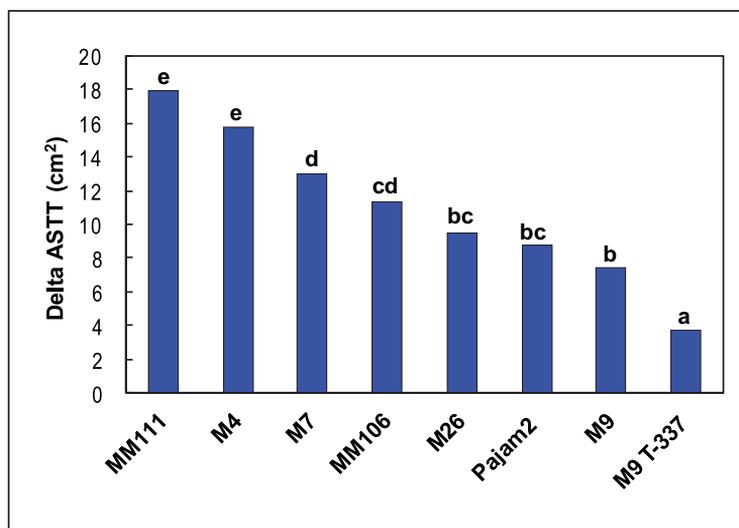


Figura 6

Tasa de crecimiento de la variedad Royal Gala, expresado como área de sección transversal de tronco, creciendo sobre diferentes portainjertos.

Fuente: Reginato, G. (2002).

información puede ser de gran utilidad al momento de evaluar huertos, manejos, portainjertos, zonas o tipos de suelo. Además, de acuerdo a este razonamiento, es posible evaluar nuevas alternativas, obteniendo información comparativa de algunos años o zonas, adelantando así información producida por ensayos de evaluación de variedades o portainjertos, que toman, normalmente, alrededor de 10 años.

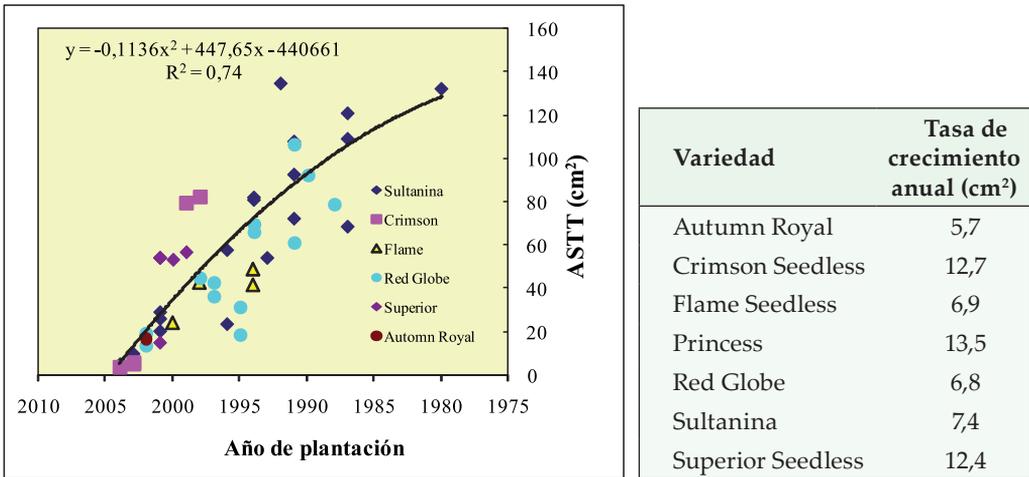


Figura 7

Crecimiento acumulado por plantas de buen crecimiento de diferentes variedades de vides, de acuerdo al año de plantación, y tasa de crecimiento anual estimada, expresada como ASTT (cm²).

Literatura citada

Lavín, A. y R. Silva G. 2001. Frutales para el secano interior: Comportamiento de carozos y pomáceas. Boletín INIA N° 30, 275 p.

Reginato, G. 2002. Aproximación teórica-cuantitativa a la densidad de plantación y a la evaluación del comportamiento de huertos de manzano. Revista Frutícola 23(3):93-96

Reginato, G.; C. Córdova, P. Fernández y L. Alessandrini. 2005. Introducción del cerezo en la Décima Región. pp. 211-220. *In*: Lemus, G. El cultivo del cerezo. INIA. Santiago, Chile 256 p.

3

MANZANO

Gabino Reginato M.

Karen Mesa J.

Andrea Veloz P.

Claudio Córdova C.

Erwin Aballay E.

En manzanos se realizaron ensayos en cuatro localidades, abordando el efecto del tiempo de espera y prácticas de manejo para superar los problemas de replantación, así como evaluación de portainjertos para la replantación

Efecto del tiempo de espera

Con el objetivo de determinar la magnitud de los problemas de replantación, el efecto del tiempo de espera previo a la plantación, así como también medidas de manejo al momento de la plantación, entre ellas, causar la muerte de los árboles del huerto anterior con antelación (“secado”), desde el año 2004 y hasta el año 2007 se establecieron ensayos en las localidades de Paine; Los Niches (Curicó) y Talca, como se detalla en el Cuadro 2, plantándose inmediatamente después del arranque, o después de 1; 2; 3 ó 4 años de espera.

En Paine, la plantación anterior correspondió a un huerto de seis años de ‘Scarlet’ sobre diferentes patrones, M.9, Pajam 2, M.26, M.7, M.4, MM.106 y MM.111. En Talca, la plantación anterior correspondió a un huerto de 25 años de ‘Top Red’/Franco, y en Curicó correspondió a un huerto de más de 35 años de ‘Richard Red Delicious’/Franco. El sistema de riego en Paine y en Curicó fue microaspersión, mientras que en Talca fue por surcos.

Cuadro 2

Tipo de ensayo, localidad y tratamientos de replantación en manzano

Ensayo	Localidad	Tratamiento	Planta utilizada (variedad/portainjerto)	
Tiempo de espera y otros tratamientos	Paine, R.M.	Fumigación (bromuro de metilo, 97g/m ²) "Secado" de árboles 1 año previo a la plantación Fertilización fosfatada (MAP, 373 g/planta) y fungicida (Mancozeb, 37,5 g/planta) Control	'Granny Smith'/ MM.106	
	Curicó, VII R	Fumigación (bromuro de metilo, 97g/m ²) "Secado" de árboles 1 año previo a la plantación Fertilización fosfatada (MAP, 373 g/planta) y fungicida (Mancozeb, 37,5 g/planta) Control		
	Talca, VII R	Fumigación (bromuro de metilo, 97g/m ²) "Secado" de árboles 1 año previo a la plantación Fertilización fosfatada (MAP, 373 g/planta) y fungicida (Mancozeb, 37,5 g/planta) Control		
Tipo de planta utilizada	Quinta de Tilcoco, VI R	Plantas provenientes de vivero	Fumigación Control	Plantas de vivero: 'Granny Smith'/ MM.106
		Plantas de 4 años transplantadas	Fumigación Control	Plantas transplantadas de 4 años: 'Granny Smith'/ M.7
Portainjertos	Paine, R.M.	Fumigación (1,3-D, 300 L/ha) Control	Plantas de vivero 'Granny Smith' sobre MM.106, M.7, M.9, Pajam 2, Budagowsky 118	
	Quinta de Tilcoco, VI R	Fumigación (bromuro de metilo, 97 g/m ²) Control		
	Talca, VII R	Fumigación (bromuro de metilo, 97 g/m ²) Control		

Para los tratamientos de fumigación de bromuro de metilo se utilizaron bombonas o un sistema de inyección de agujas móviles, en ambos casos se encarpó con film de polietileno, aplicándose 97 g/m². La aplicación de fertilizante más fungicida se realizó con Mancozeb (37,5 g/planta) y fosfato monoamónico (MAP, 373 g/planta); y el testigo correspondió a suelo no fumigado. Además, para cada tiempo de espera, se establecieron tratamientos de "secado" de árboles, que consistió en el corte del árbol adulto del huerto a arrancar y, aplicación de un herbicida sistémico al inicio del ensayo, realizándose el arranque de los tocones previo a la plantación de cada año. En todos los casos se utilizó como planta indicadora manzanos 'Granny Smith' sobre MM.106.

Al momento de la plantación y al final de cada temporada se evaluó crecimiento vegetativo. En Paine, el ensayo fue arrancado al finalizar la tercera temporada de crecimiento, mientras que en Los Niches y Talca, se evaluaron hasta la cuarta temporada. Sólo en Talca se plantó después de tres años de espera.

En la primera temporada de crecimiento se evaluó, además, largo de brote, número de hojas y nivel poblacional de nematodos. La extracción de formas móviles se llevó a cabo mediante tamizado de suelo más un período de filtración de 48 horas, de acuerdo al método del embudo de Bareman (Hooper, 1986).

Resultados. Al final del primer año, las plantas fueron diferentes en el largo de brotes (cm); número de hojas y área foliar, dependiendo de la localidad y tratamiento (Cuadro 3). En Los Niches (Curicó), no se observaron diferencias significativas entre el tratamiento de fumigación y el testigo (suelo sin fumigar), para ninguna de las variables evaluadas, lo que indicó la inexistencia de un problema de replantación luego de la primera temporada de crecimiento; el tratamiento de MAP + mancozeb fue inferior estadísticamente a la fumigación del suelo; sin embargo, no obtuvo mejor respuesta que el tratamiento testigo del ensayo.

Cuadro 3

Efecto de los distintos tratamientos al suelo sobre el crecimiento vegetativo alcanzado después del primer año establecimiento, para las distintas zonas de estudio (Veloz, 2006)

Localidad	Tratamiento	Largo de brote	Nº de hojas	Área foliar planta
		cm		m ²
Paine	MAP + Mancozeb	193,1 a	327,4 a	0,6 a
	No fumigado	300,7 a	367,6 a	0,8 a
	Fumigado	1.758,6 b	892,7 b	3,1 b
Los Niches (Curicó)	MAP + Mancozeb	458,6 a	367,2 a	0,9 a
	No fumigado	625,6 ab	419,3 ab	1,1 ab
	Fumigado	681,5 b	467,7 b	1,4 b
Talca	MAP + Mancozeb	202,7 b	246,0 b	0,4 ab
	No fumigado	118,5 a	212,6 ab	0,3 a
	Fumigado	164,2 ab	168,9 a	0,6 b

Letras distintas en la vertical indican diferencias estadísticas significativas al nivel de $p \leq 0,05$. Prueba LSD Fisher 5%.

En Talca, para largo de brote (cm) y número de hojas, no se presentó diferencia significativa entre fumigado y no fumigado; situación similar a la descrita en Los Niches; no obstante, el crecimiento alcanzado en Talca fue muy escaso en relación a las otras localidades evaluadas, probablemente inducido por limitaciones de agua, ya que esta parcela se mantuvo dentro de un huerto adulto, regándose con la frecuencia de éste. En esta localidad se detectó un efecto beneficioso de la aplicación de mancozeb + MAP. Al respecto, Slykhuis (1988) y Neilsen *et al.* (1994) obtuvieron aumentos en el crecimiento con esta aplicación durante el primer año en suelos con problemas de replantación, lo que bajo ciertas circunstancias también se detecta después del segundo año de plantado el huerto (Neilsen y Yorston, 1991). Sin embargo, al tercer año de evaluación estas diferencias desaparecen (Neilsen *et al.*, 1994). Por su parte, Slykhuis (1988) señala que la aplicación de MAP puede no favorecer, en todos los casos, el crecimiento de las plantas. Neilsen y Yorston (1991) detectaron que con la aplicación de MAP + formalina se obtienen incrementos del ASTT (mm²) significativos durante cuatro años de investigación, mientras que aplicaciones de MAP + mancozeb y MAP por sí solo, fueron solamente significativos respecto del control en dos de los cuatro años, encontrándose en una situación intermedia. Otro estudio mostró que la aplicación de dos tratamientos, MAP y el reemplazo de 50 litros de suelo en el hoyo de plantación por suelo virgen, con la adición de nitrato de amonio (125 g/árbol) y superfosfato (500 kg/ha) en cobertera, en primavera y tarde en verano, tiene un efecto benéfico en el incremento proporcional del ASTT (%) de plantas de manzano 'Red Delicious/M 9', después de dos años de replantado el huerto, similar al de un suelo virgen (sin cultivo frutal previo) (Wilson *et al.*, 2004).

En Paine, al término del primer año, se presentaron las mayores diferencias en crecimiento vegetativo entre el tratamiento de fumigado y no fumigado, indicando mayores problemas de replantación en este suelo. En esta localidad, el tratamiento de MAP + mancozeb no presentó diferencias respecto al testigo, comportamiento similar al descrito en Los Niches.

La presencia de nematodos en las distintas zonas de estudio se mantuvo en un nivel considerado bajo para la especie, no asociándose los problemas de replantación al factor de nematodos (Cuadro 4). No obstante, se puede destacar que el tratamiento de fumigación de suelo disminuyó los niveles de nematodos a 0 en las localidades de Paine y Talca.

En relación con el crecimiento acumulado a través de los años por las plantas de los distintos tratamientos, evaluado como incremento de área sección transversal de tronco (ASTT), se observó distintas magnitudes de crecimiento para las diferentes localidades, años de espera y tratamientos aplicados al suelo. En términos generales, el orden decreciente fue Paine (Univiveros, RM); Los Niches (La Alborada, VII Región) (Foto 2) y Talca (San Agustín de Aurora, VII Región).

Cuadro 4

Población inicial y final de nematodos, para los distintos tratamientos evaluados y localidades del ensayo (Veloz, 2006)

Localidad	Pobl.inicial	Tratamiento	Pobl. final
	Nº / 250 cm ³ suelo		Nº / 250 cm ³ suelo
Paine	21	Fumigado	0
		No fumigado	108
		MAP + Mancozeb	276
Los Niches	6	Fumigado	12
		No fumigado	21
		MAP + Mancozeb	9
Talca	162	Fumigado	0
		No fumigado	63
		MAP + Mancozeb	24

**Foto 2**

Desarrollo de plantas de manzano, luego de una temporada de crecimiento en suelo fumigado (izquierda) y no fumigado (derecha), en la localidad de Los Niches, Curicó (VII Región)

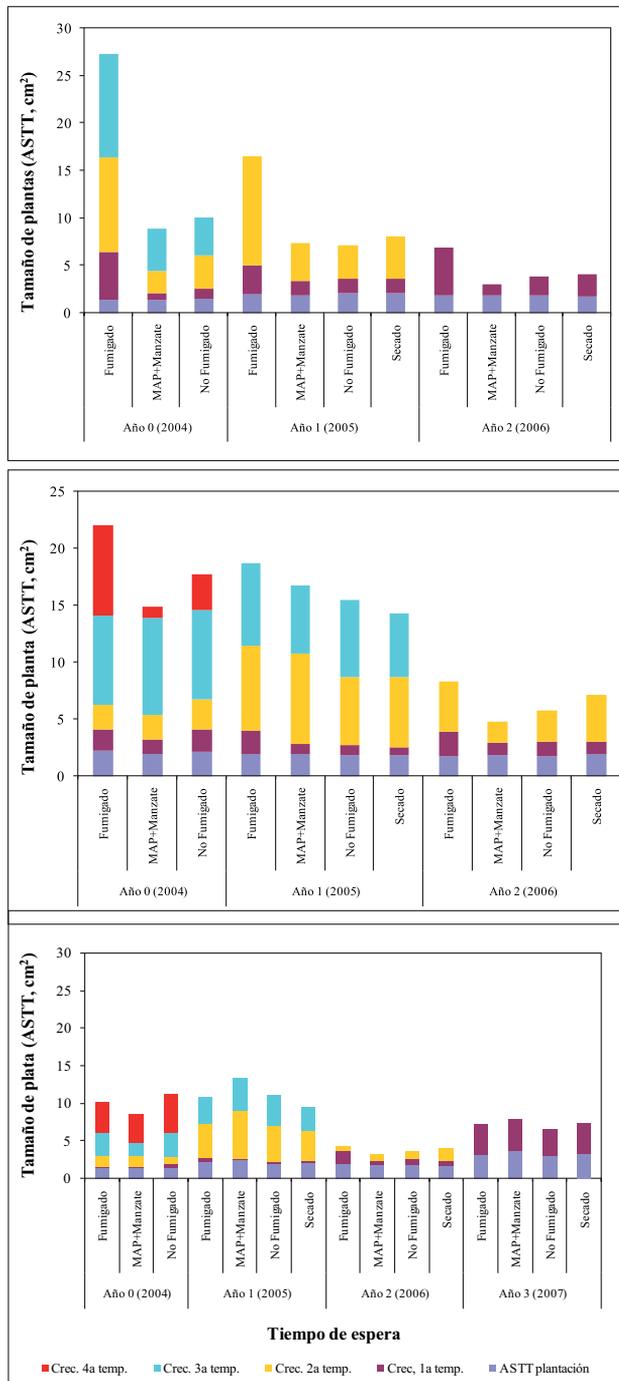
Cuadro 5

Relación de crecimiento entre tratamiento fumigado y otros tratamientos al suelo, para cada temporada evaluada, de acuerdo al tiempo de espera para replantar y para las distintas localidades del ensayo

Localidad	Tiempo de espera (años)	Tratamiento	Crecimiento tratado: crecimiento testigo				
			2005	2006	2007	2008	
Paine	0	No fumigado	4,8	2,8	2,7		
		MAP + Mancozeb	7,0	4,2	2,5		
		Fumigado	1,0	1,0	1,0		
	1	No fumigado		2,0	3,3		
		MAP + Mancozeb		2,1	2,8		
		Secado		2,1	2,6		
		Fumigado		1,0	1,0		
	2	No fumigado			2,5		
		MAP + Mancozeb			4,1		
		Secado			2,1		
	Los Niches	0	No fumigado	1,0	0,8	1,0	2,6
			MAP + Mancozeb	1,5	1,0	0,9	8,1
Fumigado			1,0	1,0	1,0	1,0	
1		No fumigado		2,4	1,2	1,1	
		MAP + Mancozeb		2,3	0,9	1,2	
		Secado		3,2	1,2	1,3	
		Fumigado		1,0	1,0	1,0	
2		No fumigado			1,7	1,6	
		MAP + Mancozeb			2,0	2,4	
		Secado			2,0	1,1	
Talca		0	No fumigado	0,2	1,3	1,0	0,8
			MAP + Mancozeb	1,3	1,0	1,8	1,0
	Fumigado		1,0	1,0	1,0	1,0	
	1	No fumigado		5,7	0,9	0,9	
		MAP + Mancozeb		5,9	0,7	0,8	
		Secado		3,8	1,1	1,1	
		Fumigado		1,0	1,0	1,0	
	2	No fumigado			2,0	0,6	
		MAP + Mancozeb			3,2	0,8	
		Secado			3,1	0,4	
	3	Fumigado			1,0	1,0	
		No fumigado				1,1	
MAP + Mancozeb					1,0		
Secado					1,0		
		Fumigado			1,0		

Figura 8

Tamaño final de plantas de manzano (ASTT, cm²), para los distintos tratamientos aplicados y tiempo de espera para replantar, en las localidades de Paine (superior); Los Niches (media) y Talca (inferior)



Así, en Paine, la relación de crecimiento entre el tratamiento de fumigación y los otros tratamientos al suelo (Cuadro 5) indicó el mayor grado de aflicción al problema de replantación, dado que para la plantación inmediata esta relación fue de 4,8, indicador de un problema grave de replantación, es decir, el crecimiento de plantas en el suelo fumigado fue aproximadamente 5 veces más que en el suelo sin fumigar. Este valor disminuyó a 2,0 y 2,5, para plantaciones con 1 y 2 años de espera antes de la replantación, mostrando persistencia del problema de replantación. En cuanto al crecimiento en las temporadas siguientes a la plantación, el tratamiento de fumigación al suelo continuó diferenciándose de los otros tratamientos, indicando que la efectividad de la fumigación se mantiene durante las primeras temporadas, entregándole una mayor precocidad al huerto. Respecto de los tratamientos de MAP + mancozeb y "secado" de árboles, éstos no lograron diferenciarse significativamente del tratamiento testigo (no fumigado).

En Los Niches los tratamientos no se diferenciaron durante las primeras tres evaluaciones de la plantación inmediata; no obstante, en la cuarta temporada de evaluación sí se presentaron diferencias, resultando al final del ensayo en diferencias a favor de la fumigación. Paralelamente, al esperar 1 ó 2 años, la fumigación estimuló el crecimiento de la primera temporada en 1,4 y 0,7 veces, respectivamente, indicando problemas de replantación que tienden a desaparecer en las posteriores evaluaciones. Sin embargo, como resultado de todos los años de estudio, el crecimiento, en todos los tiempos de espera, fue estimulado por la fumigación del suelo. La desigual respuesta entre años podría atribuirse, en parte, a la desuniformidad de distribución de los problemas de replantación en el terreno, observación realizada por diversos investigadores, lo que significa que aun cuando el huerto pre-existente haya ocupado toda la superficie, quedarían sectores donde los problemas de replantación serían menores o inexistentes.

En Talca ocurrió algo similar a Los Niches, la plantación inmediata no presentó diferencias entre tratamientos; mientras que con 1 y 2 años de espera sí se presentaron diferencias, con una relación entre suelo fumigado:no fumigado de 5,7 y 2,0, respectivamente, valores que disminuyen a 0,9 y 0,6 en la última temporada de evaluación, indicando la desaparición del problema de replantación. Como crecimiento acumulado luego de varios años, se aprecia que en Talca no existió un problema grave de replantación. Sin embargo, es necesario destacar que las condiciones generales de crecimiento en esta localidad fueron muy deficitarias, mostrando un crecimiento acumulado de la mitad del mostrado en condiciones ideales en Paine, por lo que cabe la posibilidad de que las diferencias entre tratamientos no se hayan manifestado cabalmente.

En relación al tiempo de espera, sólo se detectó una superación del problema de replantación después de 3 años, lo que se pudo apreciar en Talca. Adicionalmente, en algunas situaciones, el problema se manifestó recién en la segunda temporada de plantación del huerto (Los Niches, Curicó), de manera que, generalizando, la disminución del problema de replantación podría ser observada luego de 4 años

de espera. Esta situación queda muy expuesta en Paine, donde con 1 y 2 años de espera, aún se presentaban graves problemas de replantación.

Respecto del 'acostumbramiento' que tendría la planta luego de permanecer por algún tiempo en el huerto replantado, tanto en Los Niches como en Talca, éste se aprecia entre el primer y segundo año de plantado, con algunas excepciones, aunque en Paine, donde el problema de replantación fue más severo, no se presentó en el periodo estudiado.

Referente a las otras prácticas de manejo evaluadas, muerte causada de los árboles ("secado") o aplicación de MAP + Mancozeb, ninguna presentó respuestas tan evidentes como la fumigación del suelo. La muerte causada de árboles sólo fue significativa y similar a la fumigación en Los Niches con dos años de espera; en tanto que, la aplicación de mancozeb + MAP siempre fue similar al testigo.

El diferente comportamiento de los tratamientos entre las localidades podría deberse al pH del suelo, el que mostró diferencias notables entre el suelo de la Región Metropolitana y los de la VII Región (8,0 en Paine; 5,8 en Curicó y 5,7 en Talca). Utkhede y Smith (1994) indican que la acidez del suelo tiene una importancia significativa en huertos replantados. Así, suelos con bajo pH son mucho menos propensos a los problemas replantación que suelos cercanos a la neutralidad. Al respecto, Sewell *et al.* (1992) determinaron que suelos con pH menor a 6,2 presentan una menor diferencia de crecimiento entre suelo fumigado respecto del no fumigado, mientras que Li y Utkhede (1991) indicaron que en suelos con pH menor a 5,4, sólo la fertilización con fósforo muestra una relación positiva con el crecimiento de las plantas. Adicionalmente, el menor crecimiento de las plantas observado en Talca es también parcialmente explicado por la fecha de plantación tardía y posibles faltas de agua durante la temporada de crecimiento, por haber sido una plantación intercalada en un huerto adulto, manejándose el riego de acuerdo a las necesidades de éste, lo que significó, como resultado en el crecimiento acumulado, que las plantas en esta localidad crecieron alrededor de la mitad de lo que lo hicieran las plantas de Paine.

Evaluación de portainjertos

Se establecieron tres ensayos de campo: Paine (Univiveros, RM), Talca (San Agustín de Aurora, VII Región) y Quinta de Tilcoco (Frutal, VI Región), donde la plantación anterior correspondió a un huerto de 'Red King Oregon'/Franco; En Talca, la plantación anterior correspondió a un huerto de 25 años de 'Top Red'/Franco, y en Paine correspondió a un huerto de seis años de 'Scarlet' sobre diferentes patrones. El sistema de riego en Paine fue microaspersión, mientras que en Talca y Quinta de Tilcoco fue por surcos. El ensayo de Quinta de Tilcoco sólo fue evaluado después de 1 año de establecido.

Se utilizaron seis plantas de 'Granny Smith' por patrón, y se usaron seis patrones: M.7, M.9, M.26, MM.106, Pajam 2 y Budagowsky 118. La plantación se realizó en suelo fumigado (sin problemas de replantación) y en suelo no fumigado (testigo), usando las mismas hileras de la plantación previa.

La fumigación en Paine se realizó el 4 de octubre de 2004, utilizando 300 L/ha de 1,3-dicloropropeno, la plantación se realizó el 9 de noviembre a una distancia de 1,25 m sobre la hilera. La fumigación en Talca fue el 8 de noviembre de 2004 con bromuro de metilo (97 g/m²) y la plantación fue el 17 de noviembre, a una distancia de 1,65 m sobre la hilera. En Quinta de Tilcoco se fumigó el 5 de septiembre de 2004, con bromuro de metilo (97 g/m²) y la plantación se realizó el 21 del mismo mes, a una distancia de 1 m sobre la hilera.

Al momento de la plantación se evaluó el peso de planta y diámetro de tronco. Al final de cada temporada de crecimiento se evaluó, como medida de crecimiento vegetativo, el diámetro de tronco, para calcular el área de sección transversal de tronco (ASTT); además, en la primera temporada se evaluó, adicionalmente, el largo de brotes y número de hojas.

Resultados. Al evaluar la primera temporada, no se encontró interacción entre patrón y fumigación para el incremento del ASTT (cm²) y el número de hojas en Paine, ni para número de hojas y largo de brotes en Quinta de Tilcoco y Talca, observándose diferencias debido al patrón y tratamiento de fumigación, lo cual indica, al menos para estas variables, que existió sensibilidad al problema de replantación en todos los patrones, dado el estímulo en el crecimiento logrado con las aplicaciones de 1,3-dicloropropeno, en Paine, y bromuro de metilo, en Quinta de Tilcoco y Talca (Cuadro 6). Al respecto, Gur *et al.* (1991) y Hoestra (1968) señalan que el uso de fumigantes es lo más efectivo para superar el problema de replantación, demostrando que puede ser efectivamente controlado por fumigantes de amplio espectro. Así, Mai y Abawi (1981), Jafee *et al.* (1982) y Slykhuis y Li (1985) indican que en ciertas circunstancias, donde el crecimiento de las plantas se debe a la fumigación, el problema de replantación se debe a un fenómeno biológico.

El mayor incremento en área sección transversal de tronco durante el año de establecimiento (ASTT) se presentó en Paine, siendo el crecimiento un 120% superior en suelo fumigado que en suelo sin fumigar; en Talca, se presentó el menor crecimiento vegetativo, con una diferencia entre los tratamientos de solo un 84%. Lo que ocurrió en Talca puede tener relación con la fumigación del terreno y su posterior plantación, mediando muy pocos días de intervalo entre estas dos labores. Uno de los errores más graves es la postergación de la preparación de los suelos hasta el último momento antes de la fumigación. En una plantación nueva, y especialmente en la replantación, la preparación del

suelo debe iniciarse lo antes posible; y si éste ha tenido empastada o algún cultivo anual, éstos deben ser incorporados 30 a 60 días antes de la fumigación. En Chile, debido a la naturaleza de los fumigantes y el hecho que los suelos están afectados por condiciones climáticas, especialmente con lluvias en invierno y primavera, lo ideal es fumigar en otoño, después de la cosecha; lo que permitiría el tiempo adecuado de exposición y un tiempo adecuado para la difusión y gasificación antes de plantar nuevamente.

Cuadro 6

Incremento del ASTT, N° de hojas y largo de brotes, para distintos patrones y tratamientos al suelo, en diferentes localidades, luego de la primera temporada de crecimiento

Localidad	Tratamiento/Patrón	ASTT	N° de hojas	Largo de brotes
		mm ²		cm
Paine	No fumigado	84,2 a	450,4 a	320,5
	Fumigado	186,1 b	564,6 b	620,5
	M.26	79,7 a	429,1 a	350,0
	M.9	96,8 ab	449,5 ab	280,8
	Pajam 2	127,0 bc	436,5 ab	359,6
	MM.106	148,0 cd	502,9 bc	510,6
	Bud 118	168,2 de	565,3 c	584,9
M.7	191,7 e	616,6 d	737,3	
Quinta de Tilcoco	No fumigado	34,8	301,7 a	239,8 a
	Fumigado	121,5	424,7 b	399,3 b
	M.26	28,3	344,0 ab	259,2 a
	M.9	61,7	341,6 ab	187,3 a
	Pajam 2	70,3	322,7 a	247,1 b
	MM.106	75,6	342,3 ab	373,5 b
	Bud 118	140,1	417,8 c	445,0 b
M.7	93,0	410,9 bc	405,2 b	
Talca	No fumigado	21,3	322,0 a	130,9 a
	Fumigado	39,3	343,0 a	191,9 b
	M.26	12,7	295,5 a	115,2 a
	M.9	37,6	340,3 ab	118,2 a
	Pajam 2	47,1	322,4 a	154,7 b
	MM.106	19,5	311,6 a	163,3 b
	Bud 118	28,1	384,9 b	233,7 c
M.7	36,9	340,9 ab	183,5 b	

Letras distintas en la vertical para cada localidad, indican diferencias estadísticas significativas, con un valor $p \leq 0,05$. Prueba LSD Fisher 5%

El mayor crecimiento de las plantas al año de establecimiento, en Paine, se logró con M.7, seguido por Budagowsky 118 y MM.106; en Quinta de Tilcoco, el mayor crecimiento se logró con Budagowsky 118, y en Talca, con Pajam 2, seguido en ambas localidades por M.7. Al respecto, Ferre y Carlson (1987) consideran al patrón M.7 como uno de los más adaptados a distintos tipos de suelos y climas, además de uno de los más tolerantes a las enfermedades. Los patrones que presentaron un menor crecimiento fueron Pajam 2, M.9 y M.26, considerados como los patrones de menor vigor bajo condiciones normales de suelo (Webster, 1993). En Chile, Butrón (1997) al evaluar diferentes portainjertos de manzano y tratamientos bajo condiciones de replantación: fumigación con bromuro de metilo (98%) más cloropicrina (2%); aplicación de materia orgánica; aplicación de formalina (formaldehído, 37%); y un tratamiento testigo, obtuvo que los portainjertos MM.111 y MM.106 presentaron un mayor incremento del diámetro de tronco con la fumigación de bromuro de metilo, lo que indica la sensibilidad de éstos portainjertos al problema de replantación; mientras que los portainjertos MI 793, Budagowski 118 y Pajam 2 no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, alcanzando el crecimiento potencial que éstos podrían tener en condiciones de no replantación, mostrando una mayor tolerancia al problema de replantación en manzanos.

En este ensayo, en Paine, la relación fumigado: no fumigado fluctuó entre 1,7 y 2,9, para el primer año de crecimiento; donde M.7, Pajam 2, M.26 y M.9 presentaron relaciones mayores a 2,5, siendo los más afectados por el problema de replantación, y MM.106 y Budagowsky 118 los menos afectados (relaciones menores a 2). No obstante, el portainjerto M.7, a pesar de ser uno de los más afectados, presentó un crecimiento superior con respecto a los otros patrones. En la segunda temporada de evaluación estas relaciones disminuyeron para todos los portainjertos, sin embargo, el patrón M.7 presentaba aún una relación de 2,7, considerándose un problema grave de replantación. La última temporada de evaluación los patrones más afectados habían disminuido sus relaciones a valores menores a 2; mientras que los menos afectados a valores menores a 1,5. En Quinta de Tilcoco los patrones afectados fueron aún más sensibles, llegando a relaciones de 4,2 y 8,5, en M.9 y M.26, respectivamente; para esta localidad, M.7 presentó una respuesta intermedia, con una relación de 2,2; Budagowsky 118 se vio fuertemente afectado (2,7) y MM.106 y Pajam 2 fueron los menos susceptibles, con relaciones de 1,9 y 1,5, respectivamente. Otra de las posibles causas del problema de replantación es el pH del suelo. Estas diferencias en parte están explicadas por este factor, pues Hoestra (1968) indica que bajo condiciones de pH básico el problema de replantación es mayor, y, según este autor, la acidificación del suelo puede disminuir e, incluso, eliminar los problemas de replantación, pues suprime bacterias y actinomicetes, posibles causantes del problema de replantación, y que rara vez crecen en suelos ácidos. Es importante destacar que el experimento de Quinta de Tilcoco sólo se evaluó después de la temporada de establecimiento, donde las plantas no muestran todo su potencial de crecimiento, pues están afectas al estrés del transplante.

En Talca, la relación de crecimiento fumigado: no fumigado fluctuó entre 0,9 y 4,1 en la primera temporada de evaluación, siendo M.9 y MM.106 los patrones más afectados, con valores de 4,1 y 2,9, respectivamente; sin embargo, en las siguientes tres temporadas, esta relación disminuyó a valores de 1,4 y 1,3, respectivamente, lo que indicaría problemas medios de replantación aún en la cuarta temporada de crecimiento. El patrón Budagowsky 118 presentó una relación de 1,6 para la primera temporada de crecimiento, valor que disminuyó a 1,1 al final de la evaluación del ensayo. Con respecto a los patrones M.7, M.26 y Pajam 2, éstos se comportaron como patrones insensibles al problema de replantación bajo estas condiciones, al presentar valores cercanos a 1. Al respecto, McFerson (2008), en la evaluación de portainjertos enanizantes en Washington en condiciones de replantación, señala que varias selecciones de portainjertos Geneva (G.41; G.935; G.4214; G.4814), no presentaron respuesta a condiciones de fumigación, mostrando insensibilidad al problema de replantación.

Al finalizar las evaluaciones (cuatro temporadas de crecimiento), el crecimiento vegetativo anual en los tratamientos de fumigación fue superior al del tratamiento testigo (Cuadro 7).

Al comparar los crecimientos que describe Reginato (2002) con el alcanzado por los diferentes patrones y localidades durante el periodo de estudio, el alcanzado en Paine, así como la mejor temporada lograda en Talca, sólo se puede catalogar como moderado para aquellos patrones de vigor intermedio y, tal vez, bueno para los patrones enanizantes, los que muestran crecimientos anuales de alrededor de 7 a 9 cm²/año en la descripción de Reginato (2002).

Cuadro 7

Tamaño de plantas de manzano 'Granny Smith', expresado como ASTT (cm²), para los dos tratamientos al suelo, huertos y años de evaluación

Localidad	Tratamiento	Tamaño de planta (ASTT, cm ²)			
		2005	2006	2007	2008
Talca	No fumigado	2,11 a	3,66 a	9,08 a	11,44 a
	Fumigado	2,18 a	4,78 b	12,33 b	14,49 b
Paine	No fumigado	2,75 a	5,94 a	11,70 a	
	Fumigado	3,83 b	10,31 b	19,37 b	
Quinta de Tilcoco	No fumigado	2,79 a			
	Fumigado	3,46 b			

Letras distintas en la vertical indican diferencias estadísticas significativas con p-valor ≤ 0,05. Prueba LSD- Fisher 5%.

Al observar el tamaño final alcanzado por las plantas en las diferentes localidades (ASTT, cm²), para los tratamientos de suelo fumigado y no fumigado, se aprecia que en las tres localidades existen diferencias estadísticas para algunos portainjertos (p-valor≤0,05); y donde no las hay, sí las hay numéricas, indicando una tendencia a favor de la fumigación (Figura 9). Otro aspecto a destacar, es que en Talca, donde no se manifestó el potencial de crecimiento en las plantas, aquellos patrones menos vigorosos, M.9 y Pajam 2, mostraron menor diferencia entre fumigado y no fumigado, lo que permite plantear la hipótesis, de que si las condiciones para el crecimiento no son óptimas, las diferencias debidas al problema de replantación pueden verse enmascaradas por las limitaciones generales al crecimiento.

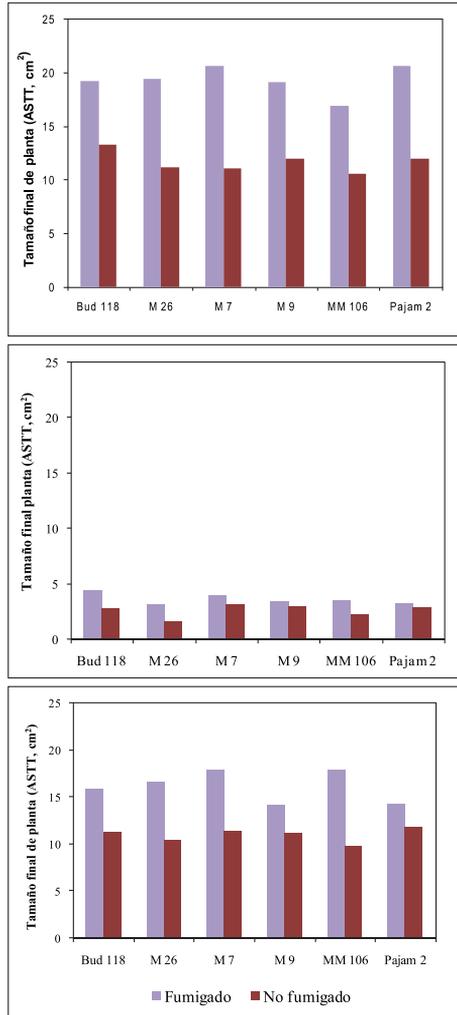


Figura 9

Crecimiento final de plantas de manzano (ASTT, cm²), para distintos portainjertos y tratamientos de suelo, fumigado y no fumigado, para las localidades de Paine (superior; tres temporadas), Quinta de Tilcoco (medio; una temporada) y Talca (inferior; cuatro temporadas)

Fumigación y tipo de planta utilizada

En el año 2005, se estableció un ensayo de replantación en Quinta de Tilcoco (VI, Región), con el objetivo de evaluar el tipo de planta utilizada y la efectividad de la fumigación comercial con 1,3-dicloropropeno + cloropicrina (300 L/ha). Se utilizaron plantas nuevas provenientes de vivero y plantas adultas de 4 años (transplantadas); éstas se desarrollaron por 3 años bajo condiciones de suelo fumigado y suelo no fumigado. Al inicio de la plantación y al final de cada temporada se midió diámetro de tronco, para calcular el área de sección transversal de tronco (ASTT, cm²), como medida de crecimiento vegetativo. El tamaño inicial de plantas se utilizó como covariable para comparar el tamaño final de las plantas, al finalizar el ensayo.

Resultados. Se detectó diferencias debidas al tratamiento de fumigación. Para las plantas provenientes de vivero, se presentaron diferencias significativas sólo en la primera temporada de evaluación; donde la fumigación del suelo incrementó el crecimiento en un 25,8% respecto del suelo sin fumigar. No obstante, siempre el crecimiento (ASTT, cm²) fue numéricamente mayor en el tratamiento de fumigación de suelo, entre un 3,5 y 20,5%, respecto del tratamiento control. Esto determinó, al final de las evaluaciones, que con la fumigación de suelo se alcanzara un tamaño final de plantas 17,0% más grande que sin la fumigación. En el caso de plantas adultas transplantadas, no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 9).

Cuadro 8

Población inicial y final de nematodos, para los distintos tratamientos evaluados y localidades del ensayo

Localidad	P. inicial	Tratamiento	P. final
	Nº / 250 cm ³ suelo		Nº / 250 cm ³ suelo
Paine	21	Fumigado	78
		No fumigado	60
Quinta de Tilcoco	23	Fumigado	9
		No fumigado	273
Talca	162	Fumigado	12
		No fumigado	63

Cuadro 9

Crecimiento anual, y tamaño inicial y final de plantas nuevas y adultas, bajo condiciones de replantación y con tratamiento de fumigación de suelo (Quinta de Tilcoco, VI Región)

Tipo de planta	Tratamiento	Tamaño inicial	Crecimiento anual			Tamaño final (*)
			2006	2007	2008	
-----cm ² de ASTT-----						
Nueva	No fumigado	1,12	3,1 a	8,6 a	14,1 a	27,0 a
	Fumigado	1,62	3,9 b	8,9 a	17,0 a	31,6 b
Adulta	No fumigado	48,35	4,0 a	3,6 a	18,1 a	74,0 a
	Fumigado	48,14	3,1 a	8,8 a	12,5 a	72,4 a

Letras distintas en la vertical indican diferencias estadísticas significativas, con Prueba LSD-Fisher 5%.
 * Promedio final de plantas ajustado al análisis de covarianza.

De estos ensayos, en manzano, se puede inferir algunas implicaciones prácticas. La primera es que existen diferencias notables en los problemas de replantación entre predios, lo que implica que no se pueden hacer generalizaciones a partir de experiencias previas. La segunda es que las diferencias en tolerancia entre patrones son menores a la que se le atribuyen. La tercera es que, dadas las condiciones de crecimiento de una localidad en particular, la “aparente” tolerancia del portainjerto es dependiente de ésta, lo que significa que un determinado portainjerto no será, necesariamente, siempre resistente, sino su tolerancia dependerá del suelo o manejo en cuestión. La cuarta es que, a pesar de detectarse un cierto ‘acostumbramiento’ de las plantas, pues la relación de crecimiento entre fumigado y no fumigado se va reduciendo, el crecimiento hasta luego de cuatro años sigue siendo afectado en aquellos patrones que se mostraron sensibles en esa condición. Por último, el crecimiento no sólo se afecta en la primera temporada, pudiendo manifestarse recién a la segunda temporada, especialmente cuando condiciones de manejo del primer año limitan la expresión de las plantas.

Respecto del tiempo de espera, para superar los problemas de replantación en manzano, éstos comprenden entre 3 a 4 años, evidenciándose éste, en algunos casos, en la segunda temporada de replantado el huerto.

Otro aspecto muy importante de destacar es que, independiente de las diferencias de respuesta entre portainjertos, suelos, o su interacción, lo que podría estar mostrando una gama amplia de combinación de problemas específicos en el ‘problema de replantación’ del manzano en Chile, la fumigación estimuló, en todos los casos, el desarrollo de las plantas.

En estos ensayos se descartó el posible efecto de nematodos como uno de los causantes del problema de replantación pues, si bien, para el caso del suelo fumigado el nivel de infestación fue menor, en ambos casos (suelo fumigado y suelo no fumigado), éste estuvo dentro de un nivel calificado de bajo para la especie (Cuadro 8).

Literatura citada

Butrón, J. G. 1997. Evaluación de cinco portainjertos de manzano (*Malus* spp.) y tres tratamientos preventivos para un suelo bajo condición de replante. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, Chile. 87 p.

Ferre, D.C. and R.F. Carlson. 1987. Apple rootstocks. pp. 107- 143. *In*: Rom R. and R. Carlson (Eds). Rootstocks for fruits crops. John Wiley and Sons. New York, EE.UU. 494 p.

Gur, A., Y. Cohen, J. Katan and Z. Barkai. 1991. Preplant application of soil fumigants and solarisation for treating replant diseases of peach and apples. *Scientia Horticulturae* 45: 215- 224.

Hoestra, H. 1968. Replant diseases of apple in The Netherlands. Veenman & Zonen. Wageningen. 105 p.

Hooper, D. 1986. Extraction of free-living stages from soil. pp. 5-30. *In*: Southey, J. F., (Ed). Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. Her Majesty's Stationery Office. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. London, 202 p.

Jaffee, B.A., G.S. Abawi and W.F. Mai. 1982. Role of soil microflora and *Pratylenchus penetrans* in an apple replant disease. *Phytopathology* 72: 247-251.

Li, T.S.C, and Utkhede, R.S. 1991. Effects of soil pH and nutrients on growth of apple seedlings grown in apple replant disease soils of British Columbia. *Canadian Plant Disease Survey* 71: 29-32.

Mai, W.F. and G.S. Abawi. 1981. Controlling replant disease of pome and stone fruits in Northeastern United States by preplant fumigation. *Plant Disease* 65: 859- 864.

McFerson, J. 2008. Evaluation of dwarfing rootstocks in Washington apple replant sites. 9th International Symposium on Integrating Canopy, Rootstock and Environmental Physiology in Orchard Systems. August 4-8, 2008. New York State Agricultural Experiment Station, Geneva, NY.

Neilsen, G.H. and J. Yorston. 1991. Soil disinfection and monoammonium phosphate fertilization increase precocity of apples on replant soils. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 116: 651-654.

Neilsen, G.H., J. Beulah, E.J. Hogue and R.S. Utkhede. 1994. Planting-hole amendments modify growth and fruiting of apples on replant sites. *HortScience* 29 (2): 82-84.

Sewell, G.W.F., A.L. Roberts and R.F. Elsey. 1992. Apple replant disease: the assessment and result of seedling bio-assays of growth responses to soil fumigation with chloropicrin. *Annals of Applied Biologists* 121: 199-209.

Slykhuis, J.T. and S.C. Li. 1985. Response of apple seedlings to biocides and phosphate fertilizers in orchard soils in British Columbia. *Canadian Journal of Plant Pathology* 7: 294- 301.

Slykhuis, J.T. 1988. Testing orchard soils for treatment to control apple replant problems in British Columbia, Canada. *Acta Horticulturae* 233: 68- 73.

Utkhede, R.S. and E.M. Smith. 1994. Biotic and abiotic causes of replant problems of fruit trees. *Acta Horticulturae* 363: 129-134.

Veloz, A. 2006. Evaluación de patrones y tratamientos al suelo en el establecimiento del manzano bajo condiciones de replantación. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de Chile, Santiago. 30 p

Webster, A.D. 1993. New dwarfing rootstocks for apple, pear plum and sweet cherry. A brief review. *Acta Horticulturae* 349: 145-154.

Wilson, S.; P. Andrews and T.S. Fair. 2004. Non-fumigant management of apple replant disease. *Scientia Horticulturae* 102: 221-231.

PERAL

Gabino Reginato M.

Karen Mesa J.

Natalia Arancibia U.

Claudio Córdova C.

Erwin Aballay E.

Efecto de fumigantes y enmiendas orgánicas

Se realizó un ensayo de replantación, intercalando plantas jóvenes, en un huerto de perales ya establecido, con el objeto de incrementar la densidad del huerto. Este ensayo se realizó en el fundo Santa Marta, ubicado en Quinta de Tilcoco, VI Región. El objetivo fue evaluar la efectividad de la fumigación con bromuro de metilo y la aplicación de compost (relación carbono: nitrógeno=14,16) al hoyo de plantación, en el establecimiento de las plantas jóvenes de 'Packam's Triumph'/Franco ('Winter Nelis') provenientes de vivero. El huerto, de aproximadamente 40 años, está plantado a 7 x 7 m, y las plantas nuevas fueron establecidas en junio del 2004, en el espacio que se origina en la sobrehilera entre plantas adultas. Los hoyos de plantación fueron de 80 x 80 x 80 cm (ancho, largo y profundidad).

Los tratamientos correspondieron a: 1) suelo fumigado con bromuro de metilo (97 g/m²); 2) suelo fumigado con bromuro de metilo (97 g/m²) más compost (10 kg/hoyo); 3) suelo no fumigado más compost (10 kg/hoyo), y 4) suelo no fumigado. En los tratamientos de fumigación, la tierra de los hoyos fue retirada de la plantación para ser fumigada, 30 días antes del establecimiento de las plantas; para la incorporación del compost, se incorporó primero suelo, luego compost y luego suelo, de manera que el compost quedase en contacto con la zona de raíces de la planta recién establecida. Respecto del tratamiento testigo, los hoyos fueron rellenados con suelo proveniente de la entrehilera del huerto, de los primeros 20 a 25 cm de profundidad.

Durante el primer año de establecimiento, desde septiembre de 2004, cada quince días, se midió la longitud de brotes y el número de hojas de cada planta. Al final de cada temporada de crecimiento, se determinó el área de sección transversal de tronco (ASTT), expresada en cm^2 , como medida de crecimiento vegetativo.

Resultados. Al final de la primera temporada de crecimiento, similar a lo reportado por Mai y Abawi (1981), tanto el largo de brotes (cm) como el número de hojas fue superior en un 100% en los tratamientos de fumigación, respecto de la condición de suelo no fumigado más compost. Por otro lado, la adición de compost presentó un crecimiento inferior a sus respectivos testigos (no fumigado), contrario al efecto positivo esperado (Figura 10), como lo reportan Moran y Chupp (2003), en manzanos, quienes con la incorporación de compost favorecieron de manera positiva el crecimiento. Gur *et al.* (1998), mostraron en un huerto de manzanos replantados, que la fumigación con bromuro de metilo (80 g/m^2), aplicación de compost (1000 g/árbol) o adición de humus (1200 g/árbol) incrementan significativamente la circunferencia del tronco (mm) durante dos temporadas de crecimiento, respecto del tratamiento control. Asimismo, los resultados de este ensayo difieren de lo señalado por algunos autores, quienes señalan que la adición de materiales al suelo, orgánicos o minerales, reducen o suprimen algunos patógenos del suelo, mediante la estimulación de los microorganismos antagonistas y el incremento de resistencia de las plantas hospederas, con aporte de nutrientes y alteración del pH. Una posible explicación del efecto negativo del compost en el presente ensayo, radicaría en el hecho de haber quedado en contacto directo con las raíces.

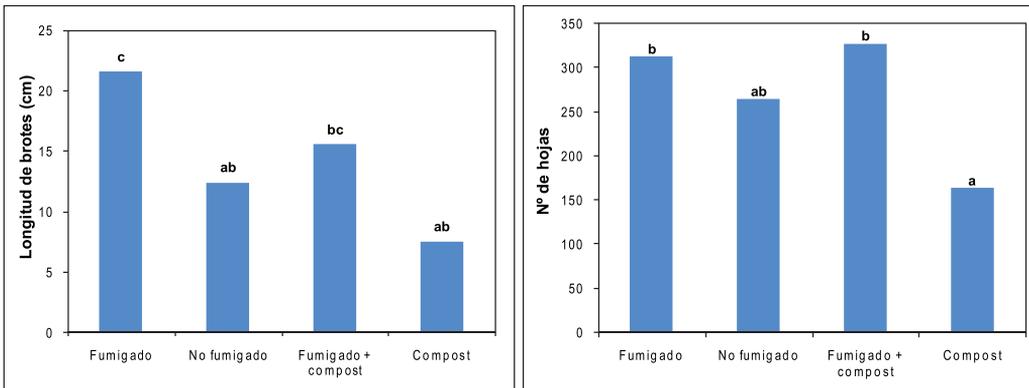


Figura 10

Longitud de brotes y número de hojas por planta, al final de la primera temporada (07/02/05), para distintos tratamientos del ensayo. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Dado que en el testigo se usó suelo de la entrehilera del huerto, teóricamente, el problema de replantación, de existir, debiera haber sido igual o menor al problema de replantación del huerto. Aun así, el número de hojas fue mayor en los tratamientos de fumigación y fumigación más compost, sobre las 300 hojas por árbol al final de la primera temporada de crecimiento, comparado con el tratamiento de sólo compost, el que sólo alcanzó cerca de 150 hojas por árbol.

El crecimiento de brotes durante la primera temporada muestra un incremento rápido a partir de noviembre, por un mes aproximadamente, el que se manifiesta claramente en los tratamientos con fumigación de suelo, y que está prácticamente ausente en el suelo sin fumigar (Figura 11). Adicionalmente, ya a la primera evaluación, a inicios de noviembre, y después del crecimiento y detención inicial de los árboles, producto, seguramente, de la superación del “shock” del trasplante, los árboles ya presentaban diferencias debidas al tratamiento, por lo que el efecto de la replantación se habría manifestado muy tempranamente.

Respecto de la velocidad de crecimiento durante las cuatro temporadas evaluadas, siempre el tratamiento de fumigación fue numéricamente superior a los otros tratamientos, aunque estadísticamente sólo se diferenció del tratamiento de sólo adición de compost, en el crecimiento alcanzado en la primera y tercera temporada de evaluación y del tratamiento testigo en la última temporada de evaluación (Cuadro 10). Así, la adición de compost al hoyo de plantación en el suelo sin fumigar afectó negativamente el desarrollo de las plantas durante las tres primeras temporadas, estimulándola al cuarto año de evaluación. No obstante, el tratamiento de compost en suelo fumigado, aunque sin diferenciarse estadísticamente del tratamiento sólo fumigado, tendió a ser siempre inferior que éste.

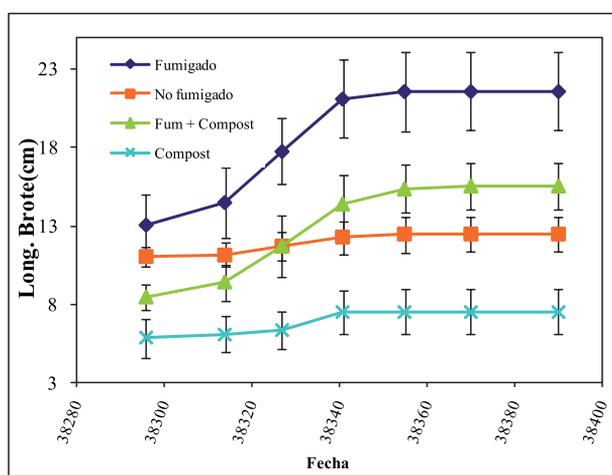


Figura 11

Evolución de la longitud de brotes de perales durante la primera temporada de crecimiento, para distintos tratamientos aplicados al suelo

Cuadro 10

Crecimiento anual de perales, expresado en ASTT (cm²), durante cuatro temporadas de crecimiento, para distintos tratamientos de suelo

Tratamiento	Crecimiento anual de plantas (ASTT, cm ²)			
	2005	2006	2007	2008
Testigo	1,29 ab	2,06 ab	3,59 ab	3,66 a
Compost	0,71 a	0,57 a	2,86 a	6,01 ab
Fumigado + Compost	1,65 ab	2,78 b	4,44 ab	4,86 ab
Fumigado	1,92 b	1,75 ab	5,85 b	8,22 b

Letras distintas en la vertical indican diferencias estadísticas significativas, con p-valor ≤ 0,05. Prueba LSD-Fisher 5%.

Es interesante destacar que el crecimiento alcanzado por el tratamiento fumigado fue más del doble del tratamiento testigo a la cuarta temporada de evaluación, no apreciándose algún efecto de “acostumbramiento” de las plantas.

La relación del tamaño final de planta, entre el tratamiento de sólo fumigación y los otros tratamientos al suelo, luego de cuatro temporadas de crecimiento, indica problemas medios de replantación en esta condición y suelo; así entre fumigado: no fumigado fue de 1,5; entre fumigado: compost de 1,6, y para fumigado: fumigado más compost de 1,2 (Figura 12).

En cuanto a aspectos nematológicos, el nivel poblacional al final de la primera temporada de crecimiento indicó que las poblaciones eran inferiores a una población relacionada con problemas de crecimiento, identificándose la presencia de los géneros *Pratylenchus* spp., *Xiphinema* spp. y *Trichodorus* spp.

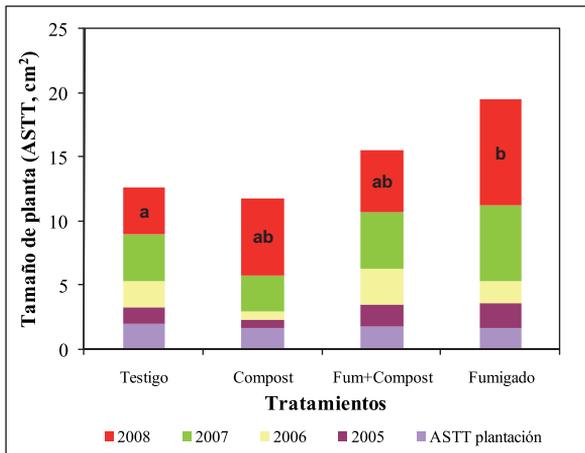


Figura 12

Tamaño final de planta, expresado como ASTT (cm²), luego de cuatro temporadas de crecimiento para los distintos tratamientos de suelo



Foto 3

Tamaño final de perales 'Packam's Triumph', luego de una temporada de crecimiento, sobre suelo fumigado con bromuro de metilo (izquierda) y suelo no fumigado (derecha)

De los resultados expuestos se puede inferir que el problema de replantación en un huerto de perales ya establecido estuvo presente y, al menos en el periodo evaluado, todavía persistiría en la tercera y cuarta temporada, haciéndose más agudo mientras más intenso fue el crecimiento anual. La fumigación con bromuro de metilo permitió estimular el crecimiento de plantas bajo las condiciones del ensayo, reduciendo los problemas de replantación.

El hecho que el compost tuviera una relación carbono: nitrógeno de alrededor de 14 descartaría que el menor crecimiento pueda ser debido a "hambre por nitrógeno", debido a la descomposición del compost, sugiriendo que existe otra razón para que las plantas se vieran afectadas en su crecimiento por la adición de éste.

Literatura citada

Gur, A., J. Luzzati and J. Katan. 1998. Alternatives for soil fumigation in combating apple replant disease. *Acta Horticulturae* 477: 107-113.

Mai, W. and G. Abawi, 1981. Controlling replant disease of pome and stone fruit in Northeastern United States by preplant fumigation. *Plant Disease* 65: 859-864.

Moran, R. and J. Schupp, 2003. Preplant monoammonium phosphate fertilizer and compost affects the growth of newly planted "Macoun" apple trees. *HortScience* 38(1): 32-35.

CIRUELO

Gabino Reginato M
Karen Mesa J.
Claudio Córdova C.

Efecto del tiempo de espera

En la localidad de Champa, Comuna de Paine (Región Metropolitana), se estableció un ensayo de replantación, para determinar el efecto del tiempo de espera, entre el arranque del huerto antiguo y la plantación del huerto nuevo, sobre el crecimiento de las plantas recién establecidas. Para ello, después de la cosecha de la temporada 2003-2004, se arrancó un huerto adulto de ciruelos, el que fue replantado con 0 año de espera (inmediatamente después del arranque), 1; 2 y 3 años de espera. Los tratamientos correspondieron a suelo con fumigación de bromuro de metilo (97 g/m^2), y suelo sin fumigación.

En cada año, se establecieron parcelas de 10 m^2 , las que fueron plantadas con árboles de la variedad 'Blackamber' injertadas sobre patrón Marianna 2624. Al momento de la plantación y al final de cada temporada de crecimiento se midió el diámetro de tronco, y se calculó el área sección transversal de tronco (ASTT). El tamaño inicial de plantas se utilizó como covariable para comparar el tamaño final de las plantas acumulado al finalizar el ensayo.

Resultados. El crecimiento anual de las plantas establecidas inmediatamente después del arranque no presentó diferencias significativas para ninguna de las temporadas evaluadas (Cuadro 11). Para la plantación con 1 año de espera, se presentaron diferencias estadísticas sólo la segunda temporada de crecimiento. No obstante, en la primera y tercera temporada, el tratamiento de fumigación fue numéricamente superior en un 61 y 125,6% con respecto al testigo (Cuadro 11).

Cuadro 11

Tamaño inicial, crecimiento anual y tamaño final de plantas de ciruelo, expresado como ASTT (cm²), de acuerdo al tiempo de espera de la plantación y tratamientos aplicados (Viveros Parlier, Región Metropolitana)

Años de espera	Tratamiento al suelo	ASTT inicial	Crecimiento anual (ASTT, cm ²)				ASTT final (**)
			2005	2006	2007	2008	
----- cm ² -----							
0 (2004)	No fumigado	2,3	1,8 a	5,1 a	10,8 a	6,7 a	27,8 a
	Fumigado	2,6	2,2 a	7,7 a	11,3 a	7,9 a	28,7 a
1 (2005)	No fumigado	2,4		2,8 a	6,1 a	3,9 a	11,6 a
	Fumigado	2,6		4,5 a	10,4 b	8,8 a	27,4 b
2 (2006)	No fumigado	2,7			1,2 a	7,2 a	9,1 a
	Fumigado	3,9			3,1 b	12,1 a	21,1 b
3 (2007)	No fumigado	0,9				1,0 a	2,0 a
	Fumigado	1,1				0,8 a	1,9 a

* Letras distintas en la vertical indican diferencias estadísticas significativas, con LSD Fisher 5%.

** Promedio final de plantas ajustado al análisis de la covarianza.

Cuadro 12

Relación entre el crecimiento de plantas de ciruelo en suelo fumigado respecto del testigo, de acuerdo a tiempo de espera y temporada de desarrollo, bajo condiciones de reemplazo de un huerto de ciruelos

Tiempo de espera (años)	Relación de crecimiento fumigado : no fumigado			
	2005	2006	2007	2008
0	1,2	1,5	1,0	1,2
1		1,6	1,7	2,3
2			2,6	1,7
3				0,8

Las relación entre el crecimiento fumigado y sin fumigación de suelo indicó problemas de replantación para el ciruelo en la zona de Champa, para las plantaciones con 0; 1 y 2 años de espera. Por el contrario, esta relación disminuyó en la última temporada de evaluación, con 3 años de espera, no evidenciándose problemas de replantación (Cuadro 12). Un aspecto interesante de destacar es el hecho que al esperar 3 años desaparecería el problema de replantación (sólo una temporada de evaluación), sin embargo, al plantar inmediatamente después de arrancado, el crecimiento anual al tercer año se normaliza, no detectándose diferencias entre tratamientos, lo que también ocurre en la cuarta temporada de evaluación. No obstante, al plantar con 1 y 2 años de espera, se observa un crecimiento vegetativo diferente entre tratamientos, para las últimas evaluaciones

(Cuadro 12), lo que indicaría mayor persistencia del problema de replantación al plantar con tiempos de espera de 1 ó 2 años.

Efecto del cultivo previo y portainjertos

En la localidad de Champa, Comuna de Paine (Región Metropolitana), se estableció un ensayo para evaluar el efecto del cultivo frutal previo a la replantación de ciruelos, ya sea después de duraznero o de ciruelo. Para ello, en enero del 2004, se arrancaron cuatro hileras de duraznero sobre patrón Nemaguard y cuatro hileras de ciruelo sobre patrón Marianna 2624. Durante el mes de marzo el suelo se preparó para la plantación (subsulado, aradura y rastraje), y recién en diciembre se establecieron los tratamientos de fumigación del suelo (con y sin fumigación de suelo). La fumigación se aplicó vía líquida, mediante riego por goteo, con el producto comercial Telone (ingrediente activo 1,3-dicloropropeno), 330 L/ha, sin cubierta de polietileno. En los sectores a fumigar se colocó una línea de goteros de 4 L/h distanciados a 0,7 m.

En cada sector arrancado, se replantó con plantas injertadas de “ojo dormido” sobre distintos portainjertos de ciruelos, en julio de 2005 (18 meses después del arranque); los portainjertos utilizados fueron: Adara, Adesoto, Nemaguard, Hamyra y Marianna 2624 (Foto 4). Tras la plantación, las plantas se rebajaron, para homogeneizarlas, y durante la temporada, se fertilizaron con 100 g de urea por planta, aplicada en forma parcializada.

Al momento de la plantación se evaluó el peso total de la planta y su diámetro de tronco. Al final de cada temporada de crecimiento, se midió diámetro de tronco, y se calculó el área de sección transversal de tronco (ASTT).

Resultados. Luego de tres temporadas de crecimiento, los tratamientos de fumigación no presentaron diferencias en el crecimiento vegetativo de las plantas, respecto del control, independiente de la especie antecesora al cultivo (Figura 13). Sin embargo, se aprecia que el tamaño final de ellas, promedio del ensayo, fue superior cuando el cultivo anterior correspondió a la misma especie (ciruelo), que cuando fue antecedida por un cultivo de durazneros. Si bien el tratamiento de fumigación no fue efectivo, al compararlo con aquellas plantas que se plantaron el mismo año sobre suelo fumigado con bromuro de metilo gaseoso, del ensayo previo (Cuadro 11), sí es posible aseverar que el problema de replantación de ciruelos es más severo cuando le anteceden durazneros.

Respecto de los patrones, al final del período del ensayo, el crecimiento de los árboles fue significativamente diferente dependiendo del patrón utilizado; independiente del cultivo frutal anterior. De acuerdo a su crecimiento, los patrones Adara y Adesoto



Foto 4

Plantas preparadas para el ensayo, previo a la plantación, en julio de 2005; Viveros Parlier, Champa, Región Metropolitana

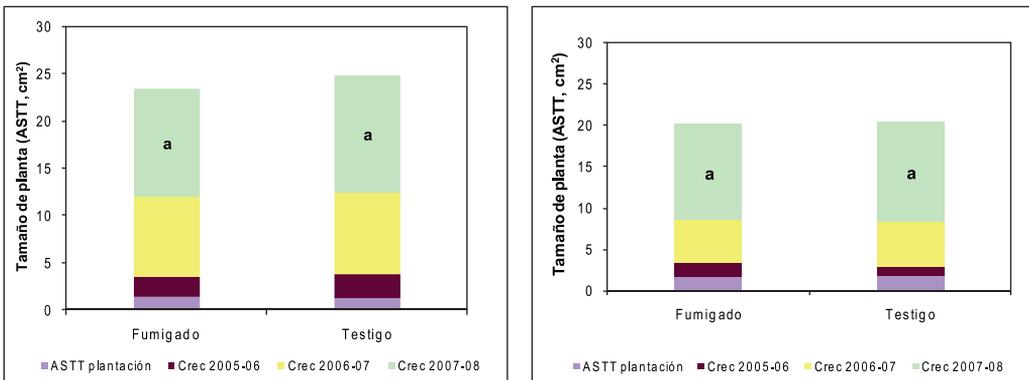


Figura 13

Tamaño final de plantas de ciruelo (ASTT, cm²), promedio de todo el ensayo, después de tres temporadas de crecimiento, en suelos cultivados anteriormente con ciruelo (izquierda) y duraznero (derecha), para ambos tratamientos de fumigación al suelo

fueron muy poco vigorosos, Nemaguard fue de bajo vigor; Marianna 2624 presentó un vigor medio, y Hamyra presentó alto vigor (Figura 14). El tamaño final, luego de tres temporadas de crecimiento, después de ciruelos fue 6,9; 7,9; 18,3; 36,5 y 51,1 cm² de ASTT, para los portainjertos Adara, Adesoto, Nemaguard, Marianna 2624 y Hamyra, respectivamente, mientras que para ciruelos después de durazneros fue 6,8; 7,8; 10,5; 33,4 y 41,9 cm² de ASTT, para los mismos portainjertos. Durán, (1993) y Lemus (1993) describen al patrón Nemaguard como de vigor alto, y de mejor comportamiento que patrones francos cuando el problema de replantación está asociado a infestaciones de nematodos. No obstante, Pino (2000) no lo aconseja para estas condiciones. De hecho, al comparar el crecimiento que alcanzaron después de durazneros fue muy inferior al alcanzado después de ciruelos, al igual que Hamyra, evidenciando que estos patrones estarían siendo más afectados en una condición de replantación, y especialmente al antecederlos duraznero.

Según estos resultados y comparándolos con aquellos del ensayo de tiempo de espera, se aprecia que los árboles de este ensayo crecieron más vigorosamente que los del ensayo previo, pues aquellas plantas de ciruelo sobre Marianna 2624 sin fumigación presentaron un crecimiento de 17,85 cm² de ASTT, al final de tres temporadas (Cuadro 11), mientras que con los de este ensayo, fumigados o no, después de ciruelo o duraznero, lograron entre 30,8 y 38,2 cm² de ASTT (Cuadro 13).

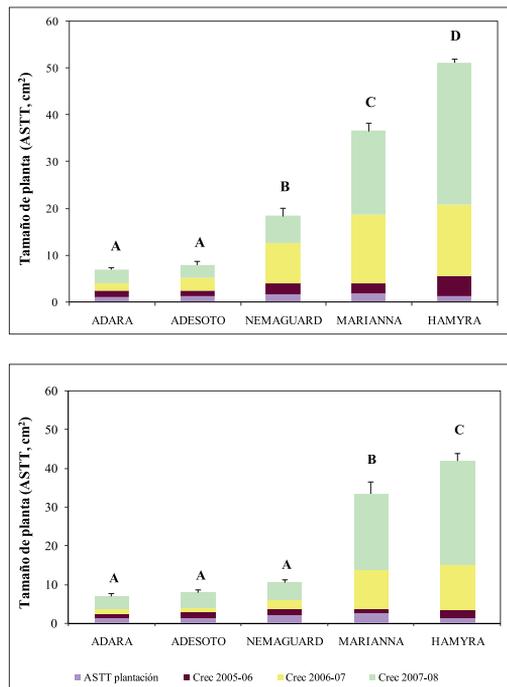


Figura 14

Tamaño final de ciruelos sobre diferentes portainjertos (ASTT, cm²), bajo condiciones de replantación, después de ciruelos (superior) y durazneros (inferior)

Cuadro 13

Tamaño final de ciruelos sobre distintos portainjertos, de acuerdo a la especie cultivada anteriormente y tratamiento de suelo

Especie actual	Especie anterior	Portainjerto	Tamaño final de planta (ASTT, cm ²)	
			Fumigado	No fumigado
Ciruelo	Ciruelo	Adara	7,6	6,2
		Adesoto	7,7	7,9
		Nemaguard	17,4	19,2
		Marianna	38,2	34,8
		Hamyra	46,0	56,2
	Duraznero	Adara	6,1	7,0
		Adesoto	9,0	6,6
		Nemaguard	12,2	10,7
		Marianna	30,8	36,0
		Hamyra	42,5	41,4

Evaluación de una replantación comercial

En un huerto de ciruelos D'Agen, ubicado en la localidad de Calera de Tango (Región Metropolitana), perteneciente al fundo Tres Acequias, se midió el tamaño de plantas con el objetivo de evaluar el crecimiento alcanzado luego de cinco temporadas de desarrollo, y determinar la magnitud del efecto de la replantación. La unidad evaluada (huerto) la constituyen tres subunidades; la primera de ellas corresponde a un sector en el que anteriormente existía un huerto de durazneros, por ende, es un sector replantado; la segunda sub unidad corresponde a una antigua cancha de secado y, por último, un sector de suelo virgen, sin plantación previa.

El tamaño de plantas se evaluó midiendo diámetro de tronco, a 20 cm del suelo, para obtener el área de sección transversal de tronco (ASTT), expresada en cm².

Resultados. El sector replantado de ciruelos presento menor ASTT, respecto de los otros dos sectores evaluados, cancha de secado y sin cultivo anterior (suelo virgen), 42,8 y 50% menos, respectivamente; lo que estaría mostrando la existencia del problema de replantación para esta especie bajo estas condiciones (Figura 15)

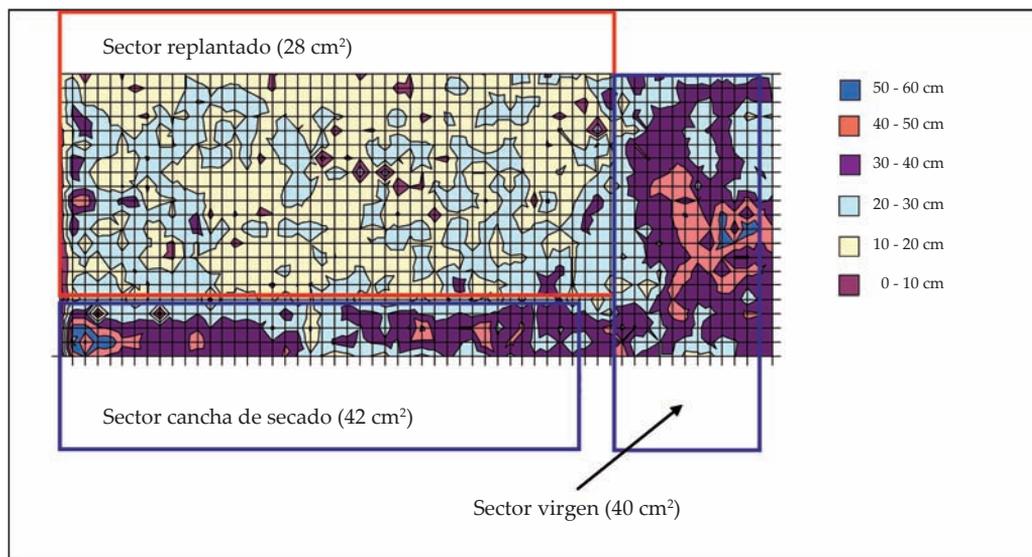


Figura 15

Distribución del área sección transversal de tronco (ASTT), expresado en cm^2 , en un huerto de ciruelos D'Agen replantado

En resumen, el ciruelo mostró estar afecto al problema de replantación. La persistencia del problema sería superado con tres años de espera después del arranque, pero al plantar antes de que se supere el problema el efecto podría ser aún más persistente, afectándose el crecimiento por varios años.

Respecto de los patrones, Hamyra y Nemaquard serían más afectados cuando lo anteceden durazneros; viéndose Nemaquard especialmente afectado en la condición de replantación, incluso después de ciruelos. 'Hamyra' podría ser una alternativa de patrón para replantación, por su alto vigor.

Literatura citada

Durán, S. 1993. Melocotoneros, nectarines y pavías: portainjertos y variedades. Barcelona, España. Ed. Aedos. 152 p.

Lemus, G. 1993. El duraznero en Chile. INIA. Editorial Los Andes. 332 p.

Pino V, R. 2000. Descripción agronómica de 25 portainjertos para almendro, ciruelo, damasco, nectarín y duraznero existentes en Chile. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, Chile. 105 p.

DURAZNERO

Gabino Reginato M
Karen Mesa J.
Claudio Córdova C.

Efecto del tiempo de espera

Para estudiar el efecto del tiempo de espera y la magnitud del problema de replantación se establecieron dos ensayos; Antumapu (La Pintana, Región Metropolitana) y Viveros Parlier (Champa, Región Metropolitana). En ambos casos, después de la cosecha de la temporada 2003-2004, se arrancó un huerto de durazneros de 10 años (Foto 5) para establecer los ensayos, cuya metodología fue igual para ambos huertos. En cada huerto se eligieron parcelas de 10 m², donde se aplicó dos tratamientos de suelo: 1) fumigación con bromuro de metilo (97 g/m²), y 2) sin fumigación, como testigo. Adicionalmente, para realizar plantaciones anuales sucesivas después del arranque, otras parcelas fueron dejadas sin plantar.

En Antumapu, además, se evaluó otros tratamientos, algunos de los cuales han sido recomendados en California para reducir el problema de replantación. De esta manera el ensayo de cada año incluyó: 1) fumigación con bromuro de metilo (97 g/m²); 2) "secado" previo de los árboles del antiguo huerto, mediante corte del árbol a nivel del suelo, y pintando el corte con herbicida un año antes de la primera plantación; 3) aplicación de nematicida, correspondiente a Mocap 6EC distribuido bajo cada gotero, en dosis de 7 L/ha, en primavera, después de la plantación; y 4) Testigo.

En cada año y cada parcela se plantaron seis plantas de la variedad Elegant Lady sobre patrón Nemaguard. Al momento de la plantación y al final de cada temporada de crecimiento, se evaluó diámetro de la planta, como medida de crecimiento vegetativo, para posteriormente calcular el área de sección transversal de tronco (ASTT). El tamaño inicial de plantas se utilizó como covariable para comparar el tamaño final de plantas acumulado al término del ensayo.



Foto 5

Arranque de huerto de duraznero en la unidad de Antumapu, La Pintana, Región Metropolitana

Resultados. Los tratamientos de fumigación en la unidad de Viveros Parlier (Champa, RM) no se diferenciaron estadísticamente, para ningún año de espera y temporada evaluada, a excepción de la plantación con dos años de espera (2006), donde la primera temporada de crecimiento la fumigación se diferenció estadísticamente respecto del tratamiento control del ensayo; sin embargo, en la evaluación siguiente esta diferencia desaparece, siendo sólo numérica (Cuadro 14).

Sin embargo, aunque sin diferencias significativas, la relación de crecimiento entre los tratamientos de fumigación y testigo, indicó problemas de replantación (Cuadro 15), de carácter leve. En cuanto al tiempo de espera, sólo en la última temporada de evaluación el problema desaparece, mostrando que luego de tres años no existe evidencia de este problema. De la misma manera, el crecimiento de la 4^{ta} temporada (año 2008) después del arranque fue para todos los años de espera igual entre tratamientos (Cuadro 15).

En Antumapu, se presentaron diferencias significativas en el crecimiento anual entre los tratamientos de fumigación y testigo (control, sin aplicación de tratamiento), para la plantación sin tiempo de espera, en la primera y última temporada de evaluación, y en la plantación con dos años de espera, sólo en la primera temporada de crecimiento; en el resto de las evaluaciones no existieron diferencias estadísticas, aunque numéricamente la fumigación fue siempre superior al tratamiento control (Cuadro 16). Respecto de los tratamientos de “secado” de árboles (muerte causada de árboles con antelación) y aplicación de nematicida, estos tratamientos no se diferenciaron del tratamiento testigo; sólo se pudo observar mayor crecimiento en la plantación con un año de espera (2005) en la primera temporada de crecimiento, diferencia que desapareció en las evaluaciones posteriores.

Cuadro 14

Tamaño inicial, crecimiento anual y tamaño final de plantas de duraznero, expresado como ASTT (cm²), según el tiempo de espera de la replantación y tratamientos aplicados (Viveros Parlier, R.M.)

Año de plantación	Tratamiento	ASTT inicial	Crecimiento anual de plantas (ASTT)				ASTT final (**)
			2005	2006	2007	2008	
----- cm ² -----							
2004	Fumigado	1,9	2,4 a	9,9 a	10,0 a	10,4 a	30,1 a
	No fumigado	1,9	3,2 a	6,6 a	8,5 a	10,6 a	30,8 a
2005	Fumigado	2,0		5,4 a	8,6 a	7,8 a	24,0 a
	No fumigado	1,9		3,5 a	7,2 a	7,7 a	20,3 a
2006	Fumigado	1,6			1,7 b	4,4 a	7,3 a
	No fumigado	1,4			0,5 a	4,5 a	6,7 a
2007	Fumigado	0,9				0,3 a	1,2 a
	No fumigado	1,0				0,4 a	1,3 a

* Letras distintas en la vertical indican diferencias estadísticas significativas, con LSD Fisher 5%.

** Promedio final de plantas ajustado al análisis de covarianza.

Cuadro 15

Relación de crecimiento de plantas de duraznero entre los tratamientos de suelo fumigado y testigo, de acuerdo a tiempo de espera y temporada de crecimiento, bajo condiciones de replantación (Viveros Parlier, R.M.)

Tiempo de espera (años)	Relación de crecimiento fumigado : no fumigado			
	2005	2006	2007	2008
0	0,8	1,5	1,2	1,0
1		1,5	1,2	1,0
2			3,4	1,0
3				0,8

El tamaño de la planta al final del ensayo mostró mayor crecimiento, expresado como ASTT (cm²), para las plantaciones con 0 y 1 año de espera en la localidad de Champa (Viveros Parlier) con respecto a Antumapu (La Pintana) para el mismo tratamiento aplicado (Cuadros 14 y 16). Así, plantas con fumigación de bromuro de metilo y plantadas sin tiempo de espera obtienen un tamaño final promedio de 34,6 y 12,9 cm² de ASTT, para las unidades de Viveros Parlier y Antumapu, respectivamente, es decir, más del doble del crecimiento, indicando una condición de mucho mejor crecimiento en Champa, probablemente asociado a la fertilidad natural, textura y profundidad de suelo. Adicionalmente, sugiere que la magnitud

del problema de replantación en esta especie puede ser dependiente del suelo, siendo muy superior en aquellos más livianos, como el de Antumapu, donde la relación de crecimiento entre tratamientos indicó problemas de replantación, que no solo se manifiestan al inicio de la plantación, sino que se mantienen en las evaluaciones posteriores e, incluso, en la última temporada de crecimiento se presenta un valor de 3,6 (fumigado: no fumigado) (Cuadro 17).

Respecto de la persistencia, la relación de crecimiento indicó problemas graves para la plantación sin tiempo de espera, los cuáles no se vieron disminuidos durante todo el período de evaluación. Por otro lado, al final del ensayo, con 1 o 2 años de espera también se evidenciaron problemas de replantación, los que en algunos casos se mostraron en las temporadas siguientes a la plantación; por esta razón, el resultado de la primera evaluación con 3 años de espera resulta prematuro como para esbozar si el problema se redujo con el tiempo (Cuadro 17).

Cuadro 16

Tamaño inicial, crecimiento anual y tamaño final de plantas de duraznero, expresado como ASTT (cm²), para cada tiempo de espera y tratamiento de suelo aplicado (Antumapu, R.M.)

Año plantación	Tratamiento	ASTT inicial	Crecimiento de plantas (ASTT)				ASTT final (**)
			2005	2006	2007	2008	
----- cm ² -----							
2004	Fumigado	4,1	1,4 b	2,2 a	6,5 b	3,3 b	12,9 b
	Nematicida	2,3	0,8 a	1,0 a	3,1 a	1,3 ab	9,4 a
	Secado	1,9	0,6 a	0,7 a	4,0 ab	0,8 a	10,1 ab
	Testigo	2,1	0,6 a	1,6 a	4,5 ab	0,9 a	11,2 ab
2005	Fumigado	2,0		0,2 a	3,4 b	1,8 a	7,3 b
	Nematicida	1,8		3,1 b	0,1 a	0,7 a	5,5 ab
	Secado	2,2		0,9 a	0,6 a	0,6 a	4,0 a
	Testigo	1,9		0,4 a	2,5 b	0,7 a	5,7 ab
2006	Fumigado	1,2			2,9 b	1,2 a	4,7 b
	Nematicida	1,2			1,2 a	0,8 a	3,2 a
	Secado	1,1			1,8 ab	0,6 a	3,6 a
	Testigo	1,3			1,4 a	0,4 a	3,0 a
2007	Fumigado	1,4				0,6 b	1,9 b
	Nematicida	1,1				0,3 ab	1,4 a
	Secado	1,2				0,1 a	1,3 a
	Testigo	1,1				0,6 b	1,7 ab

* Letras distintas en la vertical indican diferencias estadísticas significativas, con LSD Fisher 5%.

** Tamaño final promedio de plantas ajustado al análisis de covarianza.

Cuadro 17

Relación de crecimiento de plantas de duraznero, entre tratamiento de fumigación y otros tratamientos aplicados, para cada año de plantación y tiempo de espera, bajo condiciones de replantación (Antumapu, R. M.)

Año plantación	Tratamiento	Relación de crecimiento			
		2005	2006	2007	2008
2004	Fumigado	1,0	1,0	1,0	1,0
	Nematicida	1,8	2,2	2,1	2,5
	Secado	2,3	3,1	1,6	4,1
	Testigo	2,3	1,4	1,4	3,6
2005	Fumigado		1,0	1,0	1,0
	Nematicida		0,1	3,4	2,6
	Secado		0,2	5,6	3,0
	Testigo		0,5	1,4	2,6
2006	Fumigado			1,0	1,0
	Nematicida			2,4	1,5
	Secado			1,6	2,0
	Testigo			2,1	2,9
2007	Fumigado				1,0
	Nematicida				2,0
	Secado				6,0
	Testigo				1,0

Portainjertos y replantación de duraznero

En enero del 2004, en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, Campus Antumapu (La Pintana, Región Metropolitana), se arrancó un huerto adulto de 10 años, de durazneros 'Pomona' sobre 'Nemaguard'; en marzo del mismo año se preparó el suelo, realizando un subsolado en ambos sentidos, aradura con arado de vertedera y un rastraje. El área de estudio se dividió en cuatro sectores, cada uno correspondiente a dos hileras del huerto anterior, y en cada uno de éstos se aplicaron los siguiente tratamientos: 1) fumigación de suelo, en abril, con Triclor (i.a. 1,3 dicloropropeno), en dosis de 300 kg/ha, inyectado a 40 cm de profundidad, sin cubierta de polietileno; 2) "secado" de árboles, realizado en la primavera previa al arranque, cuando se cortaron las plantas a ras del suelo y se pintó el tocón remanente, con brocha, con Garlon 4E (no se observó rebrotación desde el portainjerto); 3) nematicida; en cada primavera después de la plantación se aplicó Mocap 6EC, en dosis de 7 L/ha, distribuido bajo cada gotero; y 4) testigo, correspondiente al tratamiento control, sin aplicación.

En julio, seis meses después del arranque, se replantó con los portainjertos Nemaguard, Nemared, Chuchepicudo, GxN 15, Adesoto, Avimag, Viking y Atlas; a la plantación se rebajaron y se desarrollaron durante toda la temporada, para ser injertados al final de la estación de crecimiento, en marzo 2005, con la variedad Elegant Lady. La fertilización durante la primera temporada consistió en la aplicación de urea (46% N), 30 g/planta a inicios de la temporada y 30 g/planta a fines de verano; en la segunda temporada se aplicaron 50 g/planta, en las mismas épocas, de salitre sódico (16% N).

Para determinar el efecto del tipo de cultivo frutal previo a la plantación, en Viveros Parlier (Champa, Región Metropolitana), en enero del 2004, se arrancó cuatro hileras de duraznero sobre patrón Nemaguard y cuatro hileras de ciruelo sobre patrón Marianna 2624. Durante el mes de marzo el suelo se preparó para la plantación (subsulado, aradura y rastraje), y recién en diciembre se establecieron los tratamientos de fumigación del suelo (con y sin fumigación de suelo). La fumigación se aplicó vía líquida, mediante riego por goteo, con el producto comercial Telone (ingrediente activo 1,3-dicloropropeno), 330 L/ha, sin cubierta de polietileno. En los sectores a fumigar se colocó una línea de goteros de 4 L/h distanciados a 0,7 m. Posteriormente, se replantó con distintos portainjertos de duraznero, tanto en el sector cultivado anteriormente con ciruelos, como en el cultivado con durazneros. Los portainjertos fueron GxN 15, Nemared, Chuchepicudo, Adesoto, y Nemaguard, utilizando plantas terminadas de la variedad Elegant Lady. Durante la temporada de crecimiento todas las plantas se fertilizaron con urea (46%N), 100 g/planta, parcializado durante la temporada.

En ambas unidades, al momento de la plantación y, al final de cada temporada de crecimiento, se evaluó, como medida de crecimiento vegetativo, el diámetro de tronco, para posteriormente calcular el área de sección transversal de tronco (ASTT).

Resultados. En Antumapu, al término de tres temporadas de crecimiento, no existió interacción entre tratamiento y portainjerto, es decir, el efecto del portainjerto es independiente del efecto del tratamiento aplicado. Por lo tanto, no existe un comportamiento diferencial de los portainjertos a las condiciones de replantación, no mostrando ninguno de ellos tolerancia específica al problema.

El crecimiento bajo condición de fumigación de suelo no se diferenció estadísticamente de los otros tratamientos al suelo, con excepción del tratamiento de "secado" de árboles en la última temporada de evaluación (Cuadro 18). Sin embargo, la fumigación fue siempre numéricamente superior a los otros tratamientos. No obstante, al finalizar el ensayo, plantas en suelo fumigado tenían un crecimiento acumulado de un 3,5% superior al

tratamiento control. Estos resultados no coinciden con lo señalado por Gur *et al.* (1991), quienes con aplicación de 1,3-dicloropropeno, cloropicrina, y la combinación de ésta última con bromuro de metilo incrementaron entre 20 y 52% la circunferencia del tronco (cm) de durazneros, en relación al control, luego de cuatro temporadas de crecimiento. Los tratamientos de “secado” de árboles y aplicación de nematicida obtuvieron, al final de las evaluaciones, un crecimiento promedio de plantas superior en un 10,6 y 15,6% con respecto al control, respectivamente.

Por su parte, el “secado” de árboles y la aplicación de nematicida nunca se diferenciaron del testigo, lo que indicaría que los agentes causales del problema de replantación, en este caso, no serían eliminados con estos tratamientos y que, particularmente, los nematodos no serían causales de estos problemas, al menos a los niveles poblacionales de este huerto (129 nematodos fitoparásitos y 1419 saprófagos/250 g de suelo). Similar situación fue descrita por Browne *et al.* (2001), quienes no encontraron nematodos como causantes de problemas de replantación, e identificaron algunos hongos como agentes que parcialmente explicarían los problemas de replantación; dentro de estos hongos mencionan a *Aspergillus*, *Cylindrocarpon* y *Fusarium*. La falta de respuesta del tratamiento de secado podría deberse a que no se dan las condiciones para que ocurra la muerte total de las raíces del árbol, como se describe para California (EE.UU.), donde han logrado el control de problemas de replantación con este tratamiento (McKenry, 1999). Otra posibilidad es que el componente de rechazo, indicado por este investigador, no sea tan manifiesto bajo las condiciones de este estudio, debiendo explicarse el problema de replantación por alguna de los otros componentes que indica McKenzie (1999).

Cuadro 18

Crecimiento anual y tamaño final de plantas de duraznero (ASTT, cm²) para distintos tratamientos aplicados bajo condiciones de replantación, Antumapu (La Pintana, Región Metropolitana)

Tratamiento	Tamaño inicial (ASTT)	Crecimiento anual de plantas (ASTT)		Tamaño final (ASTT)
		2006-2007	2007-2008	
-----cm ² -----				
Fumigado	4,0	7,3 a	4,0 b	14,6 a
Secado	1,8	7,8 a	1,8 a	15,6 a
Nematicida	2,1	5,6 a	2,6 ab	16,3 a
Testigo	2,5	6,3 a	2,3 ab	14,1 a

* Letras distintas en la vertical indican diferencias estadísticas significativas, con LSD Fisher 5%.

** Tamaño final de plantas promedio ajustado al análisis de covarianza.

El tamaño de la planta al final del ensayo (ASTT, cm²) presenta diferencias significativas para los distintos portainjertos (Figura 16), otorgando distinto grado de vigor a la variedad. Así, el tamaño respecto de Nemaguard (100% de vigor) fue, de menor a mayor: Nemared y Chuchepicudo, 59%; Adesoto, 64,6%; Atlas, 97,7%; Vicking, 117,5%; GxN 15 y Avimag 170%. Estos últimos patrones son recomendados como “resistentes” a las condiciones de replantación. Al respecto, esta característica que se le atribuye no sería tal, sino más bien se trata de plantas de gran vigor, que alcanzan un sustancial desarrollo en condiciones de replantación, sin tratamientos especiales al suelo. De esta manera, estos patrones, al ser plantados en condiciones de suelo “virgen”, le imprimirán su vigor intrínseco a la variedad, debiendo considerarse este efecto. Durán (1993) señala, con respecto a Avimag, que este portainjerto induce un vigor elevado a la variedad durante los primeros años y puede verse afectado en condiciones de replantación, aunque bastante menos que un portainjerto franco de duraznero.

Aunque el análisis de varianza indica que la fumigación afecta positivamente el crecimiento de todos los patrones por igual (interacción no significativa), la diferencia de crecimiento de Adesoto, Nemared y Vicking (Figura 17) fue siempre superior que aquella detectada para los otros patrones. Así, al juzgar sólo los resultados numéricos, la relación de crecimiento fumigado: testigo (no fumigado) indicó que el portainjerto Nemared habría presentado

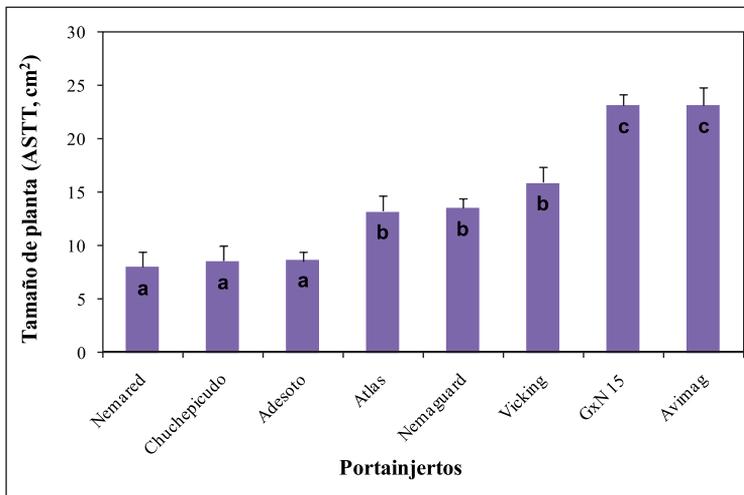


Figura 16

Crecimiento acumulado en tres temporadas (ASTT, cm²) por durazneros “Elegant Lady” injertados sobre diferentes portainjertos. Datos promedio de plantas establecidas bajo condiciones de replantación con diferentes tratamientos al suelo, en Antumapu (La Pintana, RM). Letras distintas indican diferencias significativas (5%)

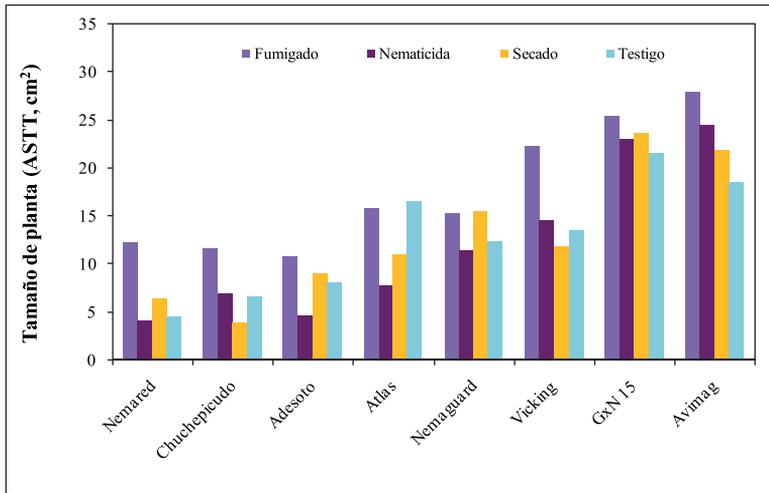


Figura 17

Tamaño de plantas de duraznero (ASTT, cm²), luego de tres temporadas de crecimiento, sobre distintos portainjertos y tratamientos para la superación del problema de replantación. Letras distintas entre los tratamientos indican diferencias significativas (5%)

el problema más grave de replantación, con una relación fumigado: no fumigado de 2,7 y, aunque no tan severo, también habría sido importante para los patrones Chuchepicudo, Vicking y Avimag, con valores de 1,8; 1,7 y 1,5, o sea, tuvieron problemas medios de replantación; por su parte, Adesoto, GxN 15 y Nemaguard, con valores de 1,3; 1,2 y 1,2, presentaban problemas leves de replantación, mientras que Atlas se perfilaría como un portainjerto insensible a problemas de replantación, con una relación de 1,0.

Si bien Nemared presentó problemas mayores de replantación, el vigor que le indujo a la variedad, en la condición de fumigación del suelo, es similar a la de Chuchepicudo y Adesoto, que presentaron problemas medios de replantación. Furniss (1996) y Weibel (2001) señalaron que el comportamiento de Nemared bajo condiciones de replantación era inferior a Nemaguard, pero no estadísticamente, lo que, según Durán (1993), tendría su explicación en que el portainjerto Nemared es descendiente de Nemaguard, por lo que se comportaría de manera similar en su desarrollo. Bengoa (1996) observó, bajo condiciones de replantación, que tanto Nemaguard como Nemared muestran síntomas de clorosis en gran parte del ciclo vegetativo; además obtuvo que los portainjertos híbridos de almendro x duraznero (Garfinem 3; Garfinem 1; Hansen 2168 y Hansen 536) presentan un mayor desarrollo y crecimiento vegetativo. Con respecto a Nemaguard, Durán (1993) indica que presenta menos sensibilidad que los patrones francos, sobre todo cuando la causa principal del problema de replantación está dada por la presencia

de nematodos. Con respecto al portainjerto Chuchepicudo, Kunz (1996) lo describió de un vigor superior a Nemaguard bajo condiciones de suelo de replantación y suelo virgen, situación contraria a la observada en este ensayo. Respecto de los otros patrones, Vidal (2005), en suelo de replantación, en su ensayo realizado en contenedores de alto volumen, determinó que GxN 15 y GF 677 presentaron el mayor incremento de ASTT, mientras que Vicking, Avimag y Atlas mostraron un comportamiento superior, pero no significativo estadísticamente con respecto a Nemaguard, lo que concuerda, en parte, con los resultados de este ensayo. No obstante, Alonso *et al.* (2008) obtuvieron en un ensayo de replantación, con un suelo calcáreo y sin problemas de nematodos, que los portainjertos Cadaman-Avimag y Barrier presentan un vigor más bajo, y un tamaño de fruta y productividad más alta en la variedad Jesca, respecto de GF-677; portainjerto de referencia en Europa.

En Antumapu, en los dos ensayos realizados, el de tiempo de espera y el de portainjertos, se utilizó distinto fumigante, bromuro de metilo (metabromo, 97 g/m²) para tiempo de espera y 1,3-dicloropropeno gaseoso para el de portainjertos. Al contrastar los resultados alcanzados por Nemaguard en cada ensayo, luego de tres temporadas de crecimiento, se observa que ambos tratamientos fumigados alcanzaron un ASTT (cm²) similar (7% más en 1,3-D gaseoso) (Cuadro 19). Sin embargo, en los tratamientos de "secado" de árboles y nematicidas el crecimiento acumulado fue mayor en el ensayo de patrones; de la misma manera, existieron diferencias de crecimiento en el tratamiento control (sin fumigación). Al respecto, es esperable que estas diferencias no existan si el terreno ocupado corresponde al mismo huerto; no obstante, se señala que puede existir una desigual respuesta, debida a la desuniformidad de la distribución de los problemas de replantación en el terreno, lo que significa que aún cuando el huerto pre-existente haya ocupado toda la superficie, quedarían sectores donde los problemas de replantación, serían menores o inexistentes. Otra posible explicación es que el sector reservado para el ensayo de tiempo de espera se encontraba sujeto a mayor competencia con malezas, por tanto los árboles no habrían mostrado su potencial de crecimiento, lo que indicaría que la fumigación con bromuro de metilo podría ser más efectiva, al estimular en mayor magnitud el crecimiento de plantas en suelo fumigado respecto de aquellas en suelo no fumigado, o con otras medidas de remediación.

En Viveros Parlier (R.M.), al igual que en Antumapu, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos de fumigación de suelo y control, independiente de la especie cultivada anteriormente (Figura 18). Sin embargo, luego de tres temporadas, se alcanzó un mayor crecimiento de plantas de duraznero cuando el cultivo anterior correspondió a ciruelo; esta situación ya fue descrita para ciruelo, donde se obtuvieron resultados similares dependiendo de la especie que antecedió al cultivo, lo que indica una

mayor incompatibilidad con duraznero en situaciones de replantación. Con respecto a la replantación de duraznero después de ciruelo, el problema de replantación fue inexistente durante el desarrollo del ensayo (Cuadro 20).

Cuadro 19

Tamaño final de plantas de duraznero sobre Nemaguard (ASTT, cm²), luego de tres temporadas de crecimiento, para los distintos tratamientos y tipo de ensayo (Antumapu, R.M.)

Tratamiento	Tamaño de plantas (ASTT)	
	Ensayo tiempo de espera	Ensayo portainjertos
	----- cm ² -----	
Fumigado	14,23	15,20
Nematicida	7,13	11,32
Secado	7,13	15,56
No fumigado	8,77	12,36

Cuadro 20

Relación de crecimiento de durazneros entre tratamiento de suelo fumigado y testigo, con plantación previa de durazneros y ciruelos, durante el desarrollo del ensayo (Viveros Parlier, R.M.)

Especie actual	Especie anterior	Relación de crecimiento fumigado: no fumigado		
		1 ^a temporada	2 ^a temporada	3 ^a temporada
Duraznero	Ciruelo	0,7	0,5	1,1
	Duraznero	1,3	2,1	1,3

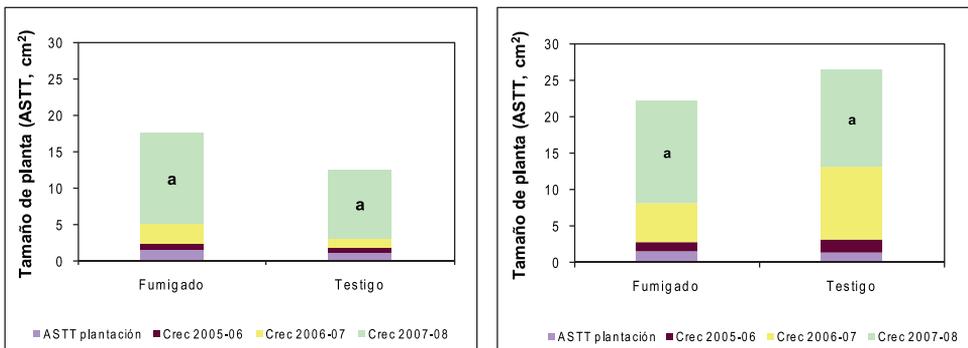


Figura 18

Tamaño de plantas de duraznero (ASTT, cm²), después de tres temporadas de crecimiento, en suelos cultivados anteriormente con durazneros (izquierda) y ciruelos (derecha), para diferentes tratamientos aplicados al suelo, viveros Parlier (R.M.). Promedio de todos los patrones

El hecho que el duraznero haya logrado mayor crecimiento después de ciruelo, también pone en evidencia algunos otros hechos importantes, pues el crecimiento alcanzado fue el mayor logrado por durazneros en Parlier, incluso superior a lo alcanzado en la fumigación con bromuro de metilo en el ensayo de tiempo de espera. Asimismo, al fumigar con 1,3-D el suelo ocupado previamente con durazneros, el estímulo sobre el crecimiento de las plantas no fue suficiente para alcanzar el crecimiento logrado en el suelo ocupado previamente por ciruelos. De estos hechos es posible inferir que tanto la fumigación con bromuro de metilo, como la realizada con 1,3-D, sólo alcanzaron resultados parciales, no mostrando la total cabalidad del problema de replantación de esta especie en este ensayo.

Respecto de portainjertos, el crecimiento de las plantas mostró diferencias significativas entre ellos; sin interacción estadística con el tratamiento de fumigación (Figura 19). Según el vigor inducido a la variedad injertada, en las condiciones de replantación del presente ensayo, los portainjertos pueden agruparse en: portainjertos de bajo vigor, Adesoto, Chuchepicudo, Nemared y Nemaguard; y portainjertos de alto vigor, GxN 15; sin embargo los cuatro primeros se aprecian de medio vigor al ser plantados después de ciruelos, conservándose el crecimiento de GxN 15, el cual, según Vidal (2005) y Herman (2004), también lo señalan como de alto vigor, característica deseable en un portainjerto a utilizar para replantar un huerto; además se le indica cierta tolerancia a sequía y asfixia radicular. Si bien las diferencias en desarrollo de los patrones fue similar, independiente del cultivo anterior, la diferencia fundamental correspondió a la magnitud del crecimiento de acuerdo a éste. De esta manera, al contrastar el crecimiento de cada patrón después de duraznero con su similar después de ciruelo, se constata que existió una condición de problema de replantación que no fue removida por la fumigación de suelo con 1,3-D vía líquida.

La Fundación AGRO-UC, en conjunto con Univiveros y Viveros Requínoa, desarrollaron el proyecto "Caracterización y evaluación productiva de nuevos portainjertos de duraznero y nectarino para Chile". Los resultados obtenidos por ellos (Toro, 2005; Sotomayor, 2006) al contrastarlos con el de los portainjertos bajo condiciones de replantación y suelo virgen (Cuadro 21) de este ensayo, se aprecia que en Antumapu (La Pintana, R.M.), se presenta el menor crecimiento al compararlo con las tres localidades del proyecto UC; sin embargo, el crecimiento comparativo de los portainjertos es similar, donde GxN 15 y Avimag se muestran como los portainjertos más tolerantes a las condiciones de replantación, principalmente por el vigor que imprimen a la variedad injertada. Toro (2005) describe a Atlas, GxN 15, Avimag y GF-677 como portainjertos más vigorosos que Nemaguard; no obstante, en Antumapu, Atlas presentó un menor vigor con respecto a Nemaguard.

En Viveros Parlier (Champa), en ambas situaciones de replantación el portainjerto GxN 15 presentó un crecimiento 54 y 192% superior a Nemaguard, siguiendo lo observado para este portainjerto en las otras localidades. El crecimiento cuando la replantación de duraznero es sobre ciruelo, fue cercano a lo obtenido en Requínoa; mientras que cuando es duraznero sobre duraznero, Nemaguard presentó un comportamiento inferior a todas las localidades, siendo más cercano a Pirque, en tanto que, para esta misma situación de replantación, GxN 15 logra obtener un mayor crecimiento, corroborando su condición de portainjerto útil para la replantación de duraznero.

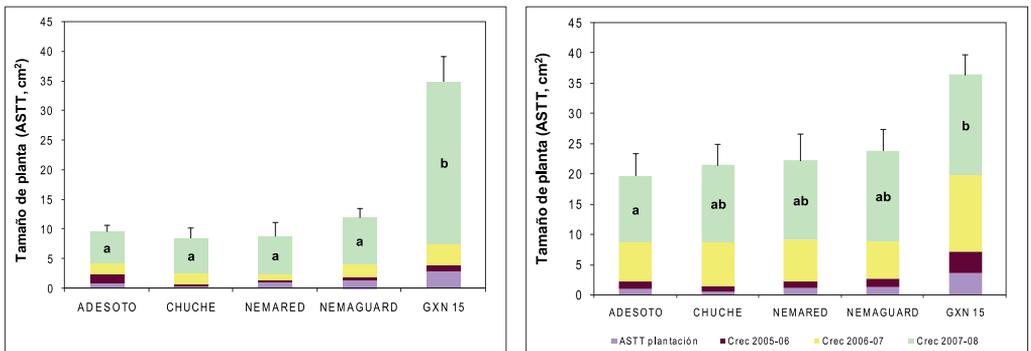


Figura 19

Tamaño de plantas de duraznero sobre diferentes portainjertos (ASTT, cm²), después de tres temporadas establecidas en un huerto cultivado anteriormente con durazneros (superior) y ciruelos (inferior). Viveros Parlier, R.M. Promedio de suelos fumigado y no fumigado

Cuadro 21

Tamaño de plantas de duraznero sobre distintos portainjertos, bajo condiciones de replantación y suelo virgen, para distintas localidades

Portainjertos	UC-Univiveros-V. Requínoa			Proyecto Replantación de frutales		
	Requínoa	Paine	Pirque	La Pintana (Antumapu)	Champa (Viveros Parlier)*	Champa (Viveros Parlier)**
	----- ASTT cm ² -----					
Atlas	27,84	59,87	26,16	13,25		
Nemaguard	21,71	41,70	18,47	13,56	11,90	23,76
Vicking	23,42	51,84	16,65	15,94		
GxN 15	32,38	72,28	26,16	23,17	34,80	36,60
Avimag	29,99	76,57	32,22	23,19		

*Replantación duraznero sobre duraznero; **replantación duraznero sobre ciruelo. Cuadro incluye datos obtenidos por Sotomayor (2006)

De los resultados expuestos se puede inferir que los problemas de replantación en duraznero existen bajo todas las situaciones estudiadas. Sin embargo, las condiciones en que se realizan los ensayos pueden enmascarar la real magnitud del problema. Los problemas de replantación de durazneros después de ciruelos son de menor magnitud que después de durazneros.

En cuanto a persistencia, el problema de replantación está vigente, al menos después de dos años de espera. Asimismo, al replantar inmediatamente un huerto, el crecimiento sigue siendo afectado luego de cuatro temporadas de plantado el huerto.

El efecto de resistencia atribuido a los portainjertos está dado principalmente por el vigor que le imprimen a la variedad. Las excepciones parecen ser Atlas y GxN 15, reuniendo este último las dos características, tolerancia a la replantación y alto vigor. Nema-guard, sería poco tolerante a la

replantación. Así, el rol que juega la elección de un portainjerto, con sus resistencias y/o tolerancias a factores de estrés, parece primordial para asegurar el éxito en el establecimiento del árbol y en su posterior vida productiva.

La fumigación de suelo mediante vía líquida requiere más estudio en condiciones de suelo de textura fina, como la de Parlier. Adicionalmente, la fumigación vía gaseosa no necesariamente es eficaz al realizarla en suelos de textura fina, húmedos, a salidas de invierno.

En caso de no fumigación, la solución puede estar en recurrir a patrones híbridos de duraznero-almendro, los que total o parcialmente corresponden a una especie que puede ser rápidamente plantada o, en breve plazo, después de duraznero. Así, se puede utilizar un portainjerto más vigoroso que el del cultivo precedente, como por ejemplo la utilización de GF 677 o GxN 15.

Literatura citada

Alonso, J.M.; J. Romero; R. Socías i Company and J. Espada. 2008. Influence of the rootstock on the agronomical behavior of 'Jesca' peach under replant conditions. 9th (Summary) International Symposium on Integrating Canopy, Rootstock and Environmental Physiology in Orchard Systems. August 4-8, 2008. New York State Agricultural Experiment Station, Geneva, NY.

Bengoá, R. 1996. Manejo de durazneros en Argentina: aspectos económicos y tecnológicos del problema de replante. pp: 1-9 *In*: Curso Internacional Manejo de Frutales de Carozo. Santiago, Chile. 181 p.

Browne, G.T., L.R. Bulluck, J.C. Connell, and T. Trout. 2001. Determining unknown causes of replant disorder on Prunus species in California. pp: 102-1 – 102-4. *In*: Annual Research Conference on Methyl Bromide Alternatives (Conference Proceedings).

Durán, S. 1993. Melocotoneros, nectarines y pávias: portainjertos y variedades. Barcelona, España. Ed. Aedos. 152 p.

Furniss M., J. 1996. Evaluación de cuatro portainjertos para duraznero (*Prunus persica*), y su respuesta frente a diferentes condiciones de replante, en la localidad de Paine (Región Metropolitana). Taller de Licenciatura, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota. 74 p.

Gur, A.; Y. Cohen; J. Katan and Z. Barkai. 1991. Preplant application of soil fumigants and solarization for treating replant diseases of peaches and apples. *Scientia Horticulturae* 45: 215-224.

Herman K., C. 2004. Evaluación de nuevos portainjertos de *Prunus persica* en condición de replante. Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Santiago, 50 p.

Kunz G., A. 1996. Evaluación de cuatro portainjertos de duraznero (*Prunus persica* (I. Batch), ante una condición de replante y los posibles efectos que pueda tener bajo esta condición, el tratamiento del suelo con bromuro de metilo y la aplicación de materia orgánica. Taller de Licenciatura, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota. 87 p.

McKenry, M. 1999. The replant problem. Catalina Publishing. Fresno, USA. 124 p.

Sotomayor U. P. 2006. Caracterización productiva de nuevos portainjertos de duraznero y nectarino para Chile. Fase II Temporada 2005-2006. Tesis, Departamento de Fruticultura y Enología. Pontificia Universidad Católica de Chile. 61 p.

Toro, R. 2005. Caracterización productiva. Nuevos portainjertos de duraznero y nectarino para Chile. *Revista Agronomía y Forestal, Universidad Católica de Chile* 25: 22-27.

Weibel, A. 2001. Duraznero: portainjertos tolerantes al replante. *In: Especial de frutas. Revista IDIA (INTA, Argentina)* XXI: 73-76.

CEREZO

Gabino Reginato M.

Karen Mesa J.

Claudio Córdova C.

Erwin Aballay E.

Portainjertos para la replantación

Se realizaron dos ensayos para evaluar la adaptabilidad de diferentes portainjertos de cerezo bajo condiciones de replantación en Chile. El primero de ellos se realizó en Naicura (VI Región), en Agrícola el Alamo Ltda. En mayo de 2002, se arrancó un huerto adulto (aproximadamente de 12 años) de cerezos injertados sobre *Prunus mahaleb*, y en septiembre del mismo año se replantó con cuatro variedades de cerezo sobre distintos portainjertos (Cuadro 22). Los tratamientos aplicados correspondieron a la fumigación del suelo con bromuro de metilo (68 g/m^2) y suelo no fumigado (testigo). Al establecimiento de las plantas se evaluó el peso de ellas, y durante la temporada de crecimiento (2002-2003) se midió largo de brotes (cm) y área foliar de las plantas. Al finalizar la primera temporada de crecimiento, las plantas fueron arrancadas y se determinó el peso de éstas, como medida de desarrollo vegetativo.

El segundo ensayo se estableció en Romeral, VII Región, donde fue arrancado un huerto de cerezos 'Bing' injertado sobre *Prunus mahaleb*, de 12 años, en marzo del 2004. Sobre dos hileras del antiguo huerto se establecieron plantas cerezos de la variedad 'Bing' sobre ocho portainjertos, bajo dos condiciones: una hilera de plantación fue sobre suelo fumigado, mientras que la otra permaneció como testigo, sin fumigación. La preparación del suelo consistió en subsolado, aradura y rastrajes; la fumigación se realizó el 2 de mayo de 2004, utilizando 300 kg/ha de Triform (ingrediente activo 1,3 dicloropropeno), fumigación realizada con un tractor Massey Ferguson 680, modificado para la fumigación de suelos (Foto 6). El fumigante se inyectó al suelo a una profundidad de 40 cm, mediante cinco puntas distanciadas 50 cm entre ellas ("Shank application"); no se utilizó cubierta de polietileno.

La replantación se realizó en junio de 2004. Los portainjertos en el ensayo fueron: *Prunus mahaleb*; MaxMa 14; MaxMa 60; Mazzard F12-1; Gisela 6; Cab 6P; Colt y Pontaleb. Se evaluó el diámetro de tronco a la plantación y al final de cada temporada de crecimiento, hasta agosto del 2008. El tamaño inicial de la planta fue utilizado como covariable para comparar el tamaño final de las plantas.

Cuadro 22

Variedades de cerezo y portainjertos utilizados en el ensayo de replantación (Naicura, VI Región)

Variedad	Portainjerto
Summit	Gisela 5 Gisela 6 Prunus mahaleb MaxMa 14 Weiroot 158
Bing	Cab 6P Mazzard F 12-1 Colt
Regina	MaxMa 60
Sweetheart	Santa Lucía 64



Foto 6

Variedades de cerezo y portainjertos utilizados en el ensayo de replantación (Naicura, VI Región)

Resultados. En Naicura (VI, Región), al final de la temporada, todas las combinaciones variedad/portainjerto mostraron un mayor peso de planta para la condición de suelo fumigado (Figura 20). La relación de crecimiento de las plantas en suelo fumigado: no fumigado fluctuaron entre 1,6 y 3,2, lo que indica la existencia del problema de replantación. Todos los portainjertos se vieron afectados, con una reducción del crecimiento en suelo sin fumigar entre 40 y 75%. Los portainjertos menos afectados fueron Gisela 6, Cab 6P, Gisela 5 y Colt, con una relación de 1,8, en promedio, mientras que los más afectados fueron F 12-1, MaxMa 14 y MaxMa 60, con relaciones de 2,8; 2,8 y 3,8, respectivamente. *Prunus Mahaleb*, Weiroot 158 y SL 64 presentaron una respuesta intermedia. El mayor vigor inducido por el portainjerto Colt permitió, en el suelo no fumigado, alcanzar un grado de crecimiento similar al de los portainjertos menos vigorizantes, bajo condiciones de suelo fumigado. Esto, si bien indica que con la utilización de patrones el problema podría ser superado, en términos de crecimiento, no indica de que existan portainjertos resistentes al problema de la replantación; es decir, con un patrón altamente vigorizante se puede lograr un crecimiento similar al de un portainjerto normal sobre suelo sin fumigar; por esto es conveniente conocer con exactitud la escala de vigor de los distintos patrones y la magnitud del problema bajo una condición específica.

Con respecto al largo de brote y área foliar de las plantas, se presentó un comportamiento similar (figuras 21 y 22). Los portainjertos Colt, Gisela 5, Gisela 6 y *Prunus mahaleb* presentaron la menor reducción de crecimiento y área foliar, al compararlo con el crecimiento alcanzado bajo la condición de fumigación del suelo; por el contrario, F 12-1, fue el más afectado, con un 27,3 y 24,3% del crecimiento alcanzado por el tratamiento de fumigación, para largo de brotes y área foliar, respectivamente.

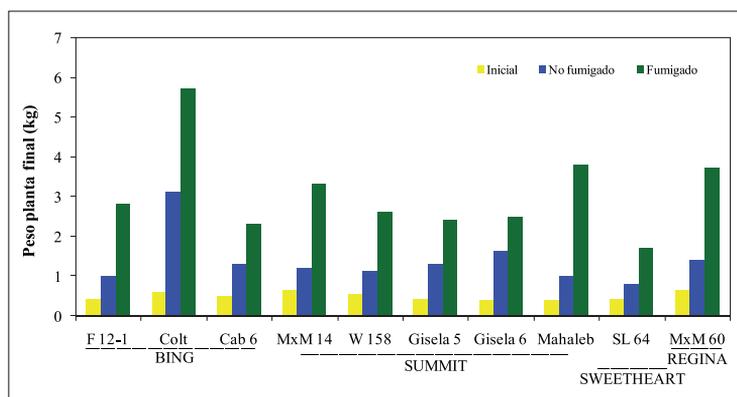


Figura 20

Peso de cerezos sobre distintos portainjertos, al plantar y luego de una temporada de crecimiento, en suelo fumigado y no fumigado, bajo condiciones de replantación (Naicura, VI Región)



Foto 7

Vista general del ensayo de replantación de cerezos en Naicura (VI, Región), después de 1 año de crecimiento en condición de suelo fumigado (izquierda) y suelo no fumigado (derecha).

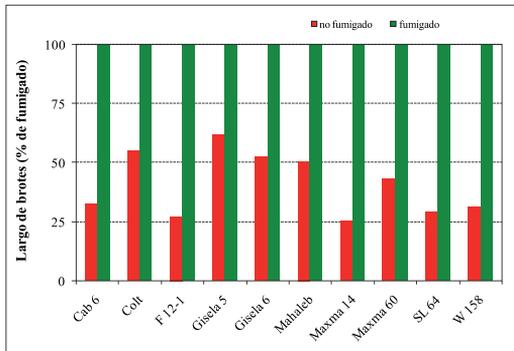


Figura 21

Largo de brotes de cerezo sobre distintos portainjertos, expresado en % respecto del tratamiento de suelo fumigado, luego de una temporada de desarrollo bajo condiciones de replantación (Naicura, VI Región)

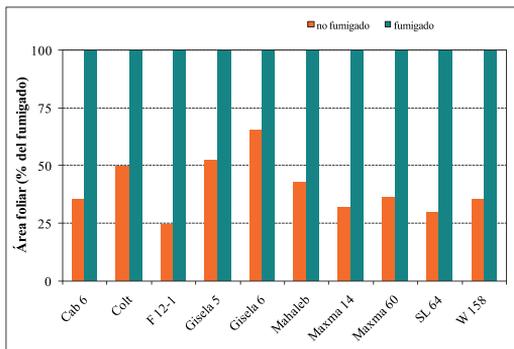


Figura 22

Área foliar de cerezos sobre diferentes portainjertos, expresada en % respecto del tratamiento de suelo fumigado, luego de una temporada de desarrollo bajo condiciones de replantación (Naicura, VI Región)

En este ensayo, el posible efecto de nematodos fue descartado pues, si bien para el caso del suelo fumigado el nivel de infestación fue menor, en ambos casos (suelo fumigado y suelo no fumigado) éste estuvo dentro de un rango considerado normal (Cuadro 23).

En Romeral (VII Región), el tratamiento de fumigación se diferenció estadísticamente del tratamiento testigo, las dos primeras temporadas de crecimiento, independiente del portainjerto utilizado; diferencia que en las temporadas siguientes fue sólo numérica (Cuadro 24). Para la primera temporada de evaluación el problema de replantación fue grave, con una relación de crecimiento fumigado: no fumigado de 2,2, diferencia de crecimiento que al finalizar las evaluaciones, luego de cuatro temporadas, aunque disminuido, aún persiste, con una relación de crecimiento de 1,3. Hacia el final del ensayo, el tamaño de las plantas con tratamiento de fumigación de suelo fue un 27,6% más que las plantas en suelo sin fumigación.

En relación a los portainjertos, éstos presentaron diferencias significativas en el crecimiento anual durante el ensayo (Cuadro 25). En las dos primeras temporadas, de acuerdo a su vigor, los portainjertos F 12-1, Cab 6P y Pontaleb fueron los menos vigorosos, con tasas de crecimiento promedio de 0,44 y 3,95 cm² de ASTT, para la primera y segunda temporada, respectivamente. Los portainjertos MaxMa 14, Gisela 6 y Colt presentaron un vigor medio, con tasas de crecimiento de 1,23 y

Cuadro 23

Población de nematodos para diferentes tratamientos de suelo (Naicura, VI Región), al fin de la primera temporada de crecimiento

Nematodo	Incidencia de nematodos	
	Fumigado	No fumigado
	Nº de individuos/250 cm ³ de suelo	
<i>Xiphinema americanun sl</i>		5
<i>Pratylenchus spp.</i>	600	815
Nematodos no fitoparásitos	950	1.015

Cuadro 24

Tamaño del árbol al inicio y fin del ensayo, y crecimiento anual, expresado en área de sección transversal de tronco de plantas de cerezo, para dos tratamientos de suelo en la localidad de Romeral (VII Región)

Tratamiento	Tamaño inicial	Crecimiento anual				Tamaño final (*)
		2005	2006	2007	2008	
----- cm ² de ASTT -----						
Fumigado	1,0	1,5 b	6,3 b	13,1 a	12,6 a	29,6 a
No fumigado	0,9	0,7 a	4,0 a	10,3 a	9,7 a	23,2 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas, p-valor≤0,05. * Tamaño final de plantas promedio ajustado al análisis de covarianza.

5,23 cm² de ASTT, respectivamente; mientras que *Prunus mahaleb* y MaxMa 60 fueron los más vigorosos. Sin embargo, en la tercera temporada las diferencias de crecimiento entre los portainjertos fueron menores, y sólo MaxMa 14 obtuvo un menor vigor, que se mantiene en la última evaluación, lo que determinó, para este portainjerto, un menor crecimiento acumulado (ASTT, cm²) (Figura 23). Por el contrario, el portainjerto Maxma 60, al final de la cuarta temporada, manifestó un mayor crecimiento, con un tamaño final significativamente diferente a los otros portainjertos. El portainjerto Cab 6P presentó una alta mortalidad de plantas en la última temporada de crecimiento (90%), por esto, se registró el crecimiento sólo hasta la tercera temporada (Cuadro 25).

El tamaño de las plantas después de cuatro temporadas de desarrollo fue significativamente diferente. 'MaxMa 60' logró un ASTT (cm²) un 196,5% mayor que MaxMa 14, que obtuvo un tamaño de 14,5 cm² de ASTT; mientras que los portainjertos Gisela 6, Pontaleb, Colt, *P. mahaleb* y F 12-1 no se diferencian significativamente, con un tamaño entre 24,2 y 31,7 cm² de ASTT (Figura 23).

El portainjerto F 12-1 fue el más afectado con la replantación, con una relación entre fumigado: no fumigado de 3,0, a la cuarta temporada de crecimiento, indicando graves problemas de replantación (Figura 24). Pontaleb y *P. mahaleb* presentan problemas medios de replantación, con una relación promedio de 1,7; mientras que los menos afectados fueron MaxMa 60, MaxMa 14, Gisela 6 y Colt.

Cuadro 25

Tamaño inicial y crecimiento anual de cerezos 'Bing' sobre distintos portainjertos en un huerto replantado, Romeral (VII Región)

Portainjerto	Tamaño inicial	Crecimiento anual			
		2005	2006	2007	2008
----- cm ² de ASTT -----					
F 12-1	0,50	0,29 a	3,43 a	13,65 b	14,91 ab
Cab 6P	0,69	0,44 ab	3,64 a	14,97 b	-----
Pontaleb	0,77	0,59 abc	4,78 ab	11,19 ab	13,95 ab
Colt	1,57	1,16 bcd	5,01 ab	13,13 b	10,76 ab
MaxMa 14	0,76	1,22 bcde	5,47 ab	4,5 a	2,78 a
Gisela 6	1,07	1,30 cde	5,22 ab	13,14 b	8,15 a
MaxMa 60	0,62	1,62 de	6,82 b	12,91 b	20,02 b
<i>P. mahaleb</i>	1,57	2,03 e	7,01 b	11,12 ab	9,73 ab

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas, con p-valor ≤ 0,05.

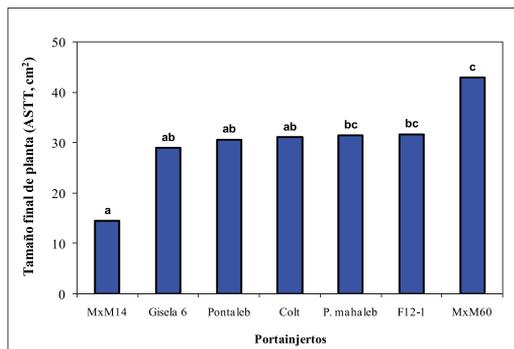


Figura 23

Tamaño promedio de plantas de cerezos sobre suelo fumigado y sin fumigar, sobre 7 portainjertos, después de cuatro temporadas de desarrollo en condiciones de replantación, expresado como área de sección transversal de tronco (Romeral, VII Región). Letras distintas indican diferencias significativas, con LSD-Fisher 5%

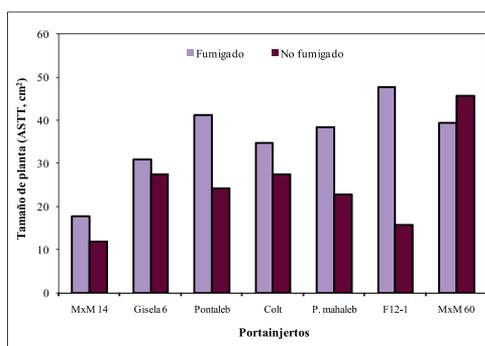


Figura 24

Tamaño de cerezos sobre distintos portainjertos, después de cuatro temporadas de desarrollo, para diferentes tratamientos de fumigación de suelo, en condiciones de replantación (Romeral, VII Región)

Tiempo de espera

Se estableció un ensayo en Romeral (VII Región). En marzo del 2004 se arrancó un huerto de cerezos 'Bing' sobre *Prunus mahaleb*, de 12 años; en junio del mismo año se replantó con cerezos 'Bing' sobre Mazzard, bajo dos tratamientos de suelo: fumigación con bromuro de metilo (metabromo, 97 g/m²) y suelo testigo, sin fumigación. Para determinar el efecto del tiempo de espera, se plantaron árboles durante 3 años después del arranque, bajo las mismas condiciones (suelo fumigado y no fumigado); de esta manera, existieron plantaciones con 0; 1; 2 y 3 años de espera. Como medida de crecimiento se evaluó, al final de cada temporada de desarrollo, el ASTT (cm²). El tamaño inicial de plantas se utilizó como covariable para comparar el tamaño final de plantas.

Otro ensayo se estableció en Naicura (VI Región), en el mismo huerto utilizado para el ensayo de portainjertos en la replantación. Después de la cosecha del 2002, un huerto antiguo de cerezos sobre *P.mahaleb* fue arrancado, y en junio del mismo año se replantó. Adicionalmente, otras parcelas fueron dejadas para plantar con diferentes tiempos de espera: 1; 2 y 3 años. En cada oportunidad, los tratamientos consistieron en la fumigación de suelo con bromuro de metilo (68 g/m²), y cobertura de polietileno por una semana, y suelo sin fumigación, como testigo. El crecimiento en ASTT se utilizó como parámetro de comparación entre los tratamientos. El ensayo se evaluó hasta el año 2006.

Resultados. El crecimiento anual de los cerezos plantados en Romeral (VII Región), sin tiempo de espera, presenta diferencias significativas sólo para la primera temporada de crecimiento; sin embargo, en las evaluaciones posteriores la fumigación del suelo fue entre un 19,6 y 109,5% superior, numéricamente, que el tratamiento sin fumigación (Cuadro 26). En las plantaciones con tiempo de espera, sólo se manifestaron diferencias significativas para la plantación con 1 año de espera, en la primera temporada de evaluación, pues en los siguientes dos años de ensayo éstas son sólo numéricas. El tamaño de plantas al final del ensayo presentó diferencias significativas sólo para la plantación sin tiempo de espera (Figura 25).

Cuadro 26

Tamaño al inicio y final del ensayo, y crecimiento anual de plantas de cerezo (ASTT, cm²), en condiciones de replantación con diferente tratamiento de fumigación de suelo, y para plantaciones con diferente tiempo de espera, en la localidad de Romeral (VII, Región)

Tiempo de espera	Tratamiento de suelo	Tamaño inicial	Crecimiento anual				Tamaño final (*)
			2005	2006	2007	2008	
----- cm ² de ASTT -----							
0	Fumigado	0,36	1,1 b	5,6 a	8,8 a	18,2 a	34,6 b
	No fumigado	0,40	0,6 a	4,6 a	4,2 a	15,2 a	24,6 a
1	Fumigado	0,84		2,3 a	17,3 a	14,7 a	34,3 a
	No fumigado	0,81		4,2 b	6,5 a	5,1 a	17,5 a
2	Fumigado	0,97			3,7 a	8,0 a	12,5 a
	No fumigado	0,89			5,0 a	7,3 a	13,4 a
3	Fumigado	1,98				1,2 a	3,7 a
	No fumigado	1,32				2,4 a	3,3 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas, con p-valor ≤0,05.

* Tamaño final promedio de plantas ajustado al análisis de covarianza.

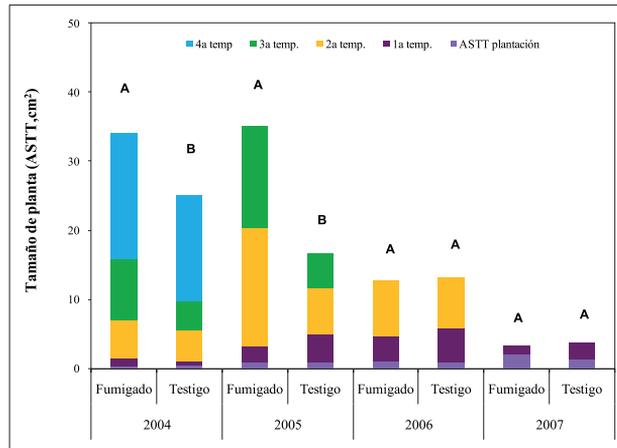


Figura 25

Crecimiento de plantas de cerezo "Bing"/"Mazzard", para diferente tiempo de espera y tratamiento de suelo bajo condiciones de replantación (Romeral, VII Región)

En Naicura (VI, Región), para todas las plantaciones, con y sin tiempo de espera, el tratamiento de fumigación de suelo mostró un mayor crecimiento que el tratamiento control. Así, la plantación inmediata al arranque, luego de cuatro temporadas de desarrollo, obtuvo una relación entre fumigado: no fumigado de 2,2, indicando problemas graves de replantación en esta zona. La misma magnitud de relación fue obtenida por la plantación con 1 año de espera; sin embargo, con un tiempo de espera de 2 y 3 años, al segundo y primer año de crecimiento, respectivamente, la relación de crecimiento fumigado: no fumigado se redujo a 1,4 y 1,6, lo que señala la persistencia del problema, aunque en disminución (Figura 26).

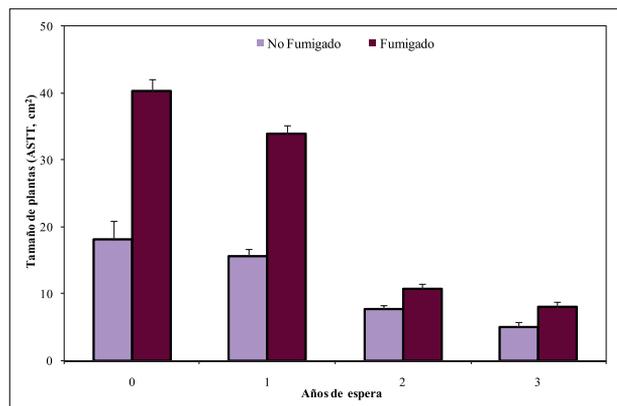


Figura 26

Crecimiento acumulado de cerezos, para diferentes tiempos de espera y tratamientos al suelo bajo condiciones de replantación (Naicura, VI Región)

Evaluación de fumigantes

Se arrancó un huerto adulto de cerezos sobre *Prunus mahaleb* en la localidad de Naicura (VI Región), y en la misma temporada se estableció un ensayo a escala comercial, para evaluar el efecto de diferentes productos fumigantes utilizados en la replantación de frutales. Se utilizó 1,3-dicloropropeno (300 kg/ha), cloropicrina (300 kg/ha), y la combinación de ambos (150 kg/ha 1,3-D más 150 kg/ha de cloropicrina), todos en dosis de aplicación comercial, los que fueron aplicados a una superficie aproximada de 1 ha cada tratamiento, dejando 0,1 ha a modo de testigo, sin fumigación del suelo. Al término de la primera temporada de crecimiento se midió el área sección transversal de tronco (ASTT), expresada en cm^2 , como indicador del crecimiento alcanzado por los árboles.

Resultados. Al final de la primera temporada de crecimiento, todos los tratamientos de fumigación incrementaron el ASTT (cm^2) con respecto al tratamiento testigo; siendo hasta 3 veces mayor el crecimiento alcanzado para el tratamiento de 1,3 dicloropropeno, el más efectivo. Al tratamiento de 1,3-D le siguió la mezcla de éste con cloropicrina, la cloropicrina sola y el testigo (Figura 27). Respecto del espectro de control de los diferentes tratamientos, un ensayo de replantación en vid vinífera, en la zona de San Javier (VII Región), mostró que el control más eficiente para hongos y nematodos en el suelo fue la mezcla de 1,3-dicloropropeno y cloropicrina (INIA, 2007).

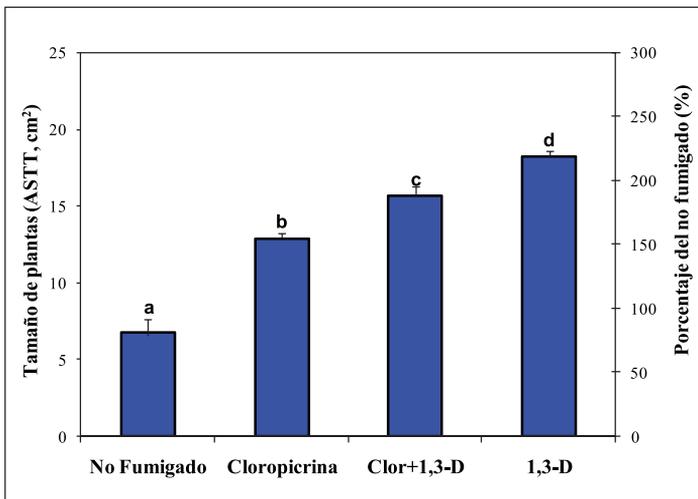


Figura 27

Tamaño de plantas de cerezo "Bing"/"Colt" después de la primera temporada de desarrollo, al ser establecidas bajo diferentes tratamientos de fumigación de suelo. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas

Replantación de cerezos después de manzanos

En San Fernando (VI Región), en el huerto San Luis de Pedehue, se arrancó un huerto de manzanos sobre MM 106, de aproximadamente 10 años, en enero del 2005, y en junio se replantó con cerezos 'Bing' sobre Colt. Para conocer el grado de aflicción que pudiera causar la sucesión de cerezos después de manzanos, se estableció una parcela sobre suelo fumigado, con bromuro de metilo (metabromo, 97 g/m²), dejando un sector sin fumigar, a modo de testigo. Al momento de la plantación y al término de cada temporada de crecimiento se midió diámetro de tronco, como medida de crecimiento vegetativo. El tamaño inicial de plantas se utilizó como covariable para comparar el tamaño final de plantas acumulado.

Resultados. No existió diferencias significativas en el crecimiento de las plantas de los diferentes tratamientos de suelo, sin embargo, la fumigación del suelo mostró un crecimiento superior entre un 23,2 y 42,9% respecto del tratamiento testigo, dependiendo del año de evaluación (Cuadro 27); y luego de tres años, el problema de replantación no parece haber sido superado, con una relación de crecimiento entre tratamiento fumigado: no fumigado de 1,4 (Cuadro 28).

En cuanto al tamaño final de las plantas, luego de las tres temporadas, si bien no existió una diferencia significativa, la fumigación del suelo alcanzó un crecimiento un 28,3% más que el suelo sin fumigación (Cuadro 28).

Cuadro 27

Tamaño inicial y final de plantas de cerezo, y crecimiento anual, luego de replantadas después de manzanos, bajo dos tratamientos de fumigación al suelo (San Fernando, VI Región)

Tratamiento	Tamaño inicial	Crecimiento anual			Tamaño final (*)
		2006	2007	2008	
----- cm ² de ASTT -----					
Fumigado	3,8	6,4 a	8,5 a	15,3 a	35,9 b
No fumigado	4,6	4,5 a	6,9 a	10,7 a	26,1 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas, con p-valor $\leq 0,05$.

Cuadro 28

Relación de crecimiento entre tratamiento fumigado: no fumigado, para cerezos 'Bing'/Colt, replantados después de manzanos (San Fernando, VI Región)

Tratamiento	Relación de crecimiento fumigado: no fumigado		
	2006	2007	2008
Fumigado	1,0	1,0	1,0
No fumigado	1,4	1,2	1,4

De los trabajos realizados en cerezos, se puede inferir que existen problemas de replantación en cerezos bajo todas las condiciones ensayadas, aunque afectaron mayormente cuando el cultivo fue antecedido por la misma especie, en comparación con el cultivo anterior manzanos.

La persistencia del problema es variable, pudiendo diluirse luego de 2 años de espera (Romeral) o, incluso, persistir luego de 3 años de espera (Naicura).

Al plantar inmediatamente después de manzanos, el crecimiento sigue siendo afectado después de 3 temporadas, lo que también ocurre en las dos primeras temporadas después de cerezos, en Romeral.

Todos los portainjertos son afectados por la condición de replantación. De ellos, los Gisela parecen ser menos afectados, seguidos de Colt y P. mahaleb; F 12-1 aparece como el portainjerto más afectado por la replantación.

En cuanto a vigor de los portainjertos, MaxMa 60 destaca por su alto vigor, pudiendo ser una alternativa a probar en condiciones de replantación.

En cuanto a fumigantes para superar los problemas de replantación, el 1,3-D parece ser más efectivo que la cloropirina o mezclas de 1,3-D con ella, aunque éstas también fueron beneficiosas.

Literatura citada

Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 2007. Proyecto CH1/01/G61 para la eliminación gradual del bromuro de metilo, como fumigante en la producción y replantación de árboles frutales (con demostración). INIA, Santiago. 478 p.

Reginato, G. y C. Córdova. 2005. Replantación de cerezos. pp. 123-131. In: G. Lemus (Ed.) El cultivo del cerezo. Boletín INIA 133. 256p.

Reginato, G., C. Córdova and C. Mauro. 2008. Evaluation of rootstock and management practices to avoid cherry replant disease in Chile. *Acta Horticulturae*. 795:357-361.

8

NOGAL

Gabino Reginato M.
Karen Mesa J.
Claudio Córdova C.

Efecto del tiempo de espera

En el Campus Antumapu, Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, ubicado en la Comuna de La Pintana (Santiago, Región Metropolitana), se arrancó un huerto de nogales de 20 años, en marzo del 2004. En el invierno del mismo año se replantó con nogales 'Serr', dividiendo el suelo en tres sectores, correspondientes cada uno a una hilera del antiguo huerto; cada hilera fue destinada a un tratamiento. Los tratamientos utilizados fueron: suelo fumigado con bromuro de metilo (97 g/m²); secado de plantas; y tratamiento testigo (suelo sin fumigación). La fumigación se realizó con bombonas de metabromo (98% CH₃Br + 2% cloropicrina), usando cobertura de polietileno. El tratamiento de secado consistió en cortar los árboles y en el punto de corte aplicar el herbicida sistémico (Garlon® 4E) un año antes de su arranque; tratamiento que es sugerido en California para la replantación de durazneros. El ensayo se regó por goteo. Para evaluar el efecto del tiempo de espera en la superación del problema de replantación, se realizaron plantaciones con 1; 2 y 3 años de espera, previa la replantación.

El crecimiento de los árboles se evaluó a través del área sección transversal del tronco (ASTT, cm²), a la plantación y al final de cada temporada. El tamaño inicial de plantas se utilizó como covariable para comparar el tamaño final de plantas acumulado al término del ensayo.

Resultados. La plantación sin tiempo de espera no manifestó diferencias significativas en el crecimiento de la primera y tercera temporada de evaluación, pero sí en la segunda y cuarta. Sin embargo, siempre fue numéricamente superior en el tratamiento fumigado; diferencia que determinó un tamaño del árbol (ASTT, cm²), al final del ensayo, un 287,5 y 52% superior al tratamiento de “secado” de plantas y suelo no fumigado, respectivamente (Cuadro 29).

La plantación con 1 año de espera mostró diferencias significativas durante todo el desarrollo del ensayo; en cambio, para la plantación con 2 años de espera sólo se detectó en la segunda temporada de evaluación. Este comportamiento deja de manifiesto, que la evaluación de sólo la temporada de establecimiento no es concluyente acerca del problema de replantación, probablemente porque el primer año de plantación está influenciado por el estrés provocado por el transplante.

El tratamiento de secado de plantas no tuvo efecto. Esto podría deberse a que el herbicida aplicado al tocón no se movilice lo suficiente como para producir

Cuadro 29

Tamaño a la plantación y al final del ensayo, y crecimiento anual de nogales, bajo condiciones de replantación, con diferentes tratamientos de control y tiempos de espera para la plantación (Antumapu, R.M.)

Tiempo de espera (años)	Tratamiento	Tamaño inicial	Crecimiento anual				Tamaño final*
			2005	2006	2007	2008	
----- cm ² de ASTT -----							
0	Fumigado	1,2	0,67 a	3,25 c	4,81 a	6,09 b	15,5 b
	No Fumigado	0,9	0,45 a	1,57 b	3,14 a	2,90 ab	10,2 ab
	Secado	0,8	0,62 a	0,02 a	3,43 a	1,49 a	4,0 a
1	Fumigado	1,6		1,69 b	6,11 b	2,57 b	12,0 b
	No Fumigado	1,0		0,74 a	3,14 a	0,56 a	5,4 a
	Secado	1,6		0,41 a	1,65 a	0,27 a	4,0 a
2	Fumigado	0,9			1,63 a	5,20 c	7,7 b
	No Fumigado	1,0			1,39 a	2,26 b	5,4 ab
	Secado	1,2			2,08 a	0,16 a	3,4 a
3	Fumigado	1,2				1,89 a	3,2 b
	No Fumigado	0,8				0,11 a	0,7 a
	Secado	0,9				0,16 a	1,0 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas, con p-valor ≤ 0,05.

*Tamaño final promedio de plantas ajustado al análisis de covarianza.

la muerte de una alta proporción de raíces y, con ello, producir la muerte de los organismos causantes de los problemas de replantación. Otra posibilidad es que los troncos que permanecen en el terreno se descompongan, generando compuestos que promuevan los problemas de replantación, como ha sido sugerido para frutales de carozo por algunos investigadores.

La relación de crecimiento, para el tamaño final de plantas, indica que el problema de replantación no habría sido superado luego de cuatro años, con valores similares a los de las plantaciones con 1; 2 y 3 años de espera (Cuadro 30). Adicionalmente, aquellos plantados sin tiempo de espera, después de 4 años continuaron mostrando afectado su crecimiento.

Evaluación de diferentes tratamientos al suelo

En dos huertos de la Región Metropolitana, con diferente historial, se probaron tratamientos para evaluar el problema de replantación de nogales. En Pirque, en junio del 2005, se replantó un huerto antiguo, que contaba con un historial de muerte de plantas por *Phytophthora*, aunque no se conocía el tiempo transcurrido desde el arranque del huerto; se probaron los tratamientos de fumigación del suelo con bombonas de bromuro de metilo (Metabromo 97 g/m²); aplicación de

Cuadro 30

Relación de tamaño final de nogales, entre tratamiento de fumigación y otros tratamientos para superar el problema de replantación, de acuerdo al tiempo de espera (Antumapu, R.M.)

Tiempo de espera (años)	Tratamiento	Relación de tamaño
		Fumigado: tratamiento
0	Fumigado	1,0
	No Fumigado	1,5
	Secado	3,9
1	Fumigado	1,0
	No Fumigado	2,2
	Secado	3,0
2	Fumigado	1,0
	No Fumigado	1,4
	Secado	2,3
3	Fumigado	1,0
	No Fumigado	4,5
	Secado	3,2

guano al hoyo de plantación; el tratamiento conjunto de ambos, fumigación más aplicación de guano; y tratamiento testigo. La plantación del nuevo huerto, con la variedad Chandler, se realizó sobre camellones construidos en la entrehilera del huerto anterior. El huerto fue regado por goteo.

Otro ensayo se estableció en la localidad de Huechún (R.M.). Este consistió en la comparación de la plantación de nogal 'Chandler' en un sector del huerto donde previamente, durante dos años, existió un vivero de nogales, con la realizada en un sector del huerto donde nunca se había cultivado con frutales, condición considerada como suelo virgen.

Para ambos huertos, el tamaño inicial de plantas se utilizó como covariable para comparar el tamaño final acumulado de plantas en el desarrollo de las plantas.

Resultados. En Pirque, en la primera temporada de crecimiento, aún cuando todos los tratamientos fueron numéricamente superiores al testigo, entre un 20 y 44%, no se obtuvieron diferencias significativas. Sin embargo, en este primer año de desarrollo, se produjo muerte de plantas por *Phytophthora*, alcanzando al 25% para el tratamiento de aplicación de guano, y de un 50% para el tratamiento testigo, mientras que en los tratamientos con aplicación de bromuro de metilo no se produjo muerte de plantas (Cuadro 31). En las dos temporadas siguientes de evaluación, tampoco se manifestaron diferencias significativas entre tratamientos. Así, luego de tres temporadas de desarrollo, el tamaño final de plantas, expresado como ASTT (cm²), fue igual estadísticamente entre los tratamientos.

Un aspecto que puede haber hecho que el problema de replantación no se manifestara en este ensayo, y sólo se detectara como plantas afectadas por pudrición, pudo haber sido que el tiempo de espera se hubiese dado naturalmente en ese sector. Sin embargo, esta situación no pudo ser corroborada.

La plantación realizada en Huechún mostró siempre un crecimiento similar entre sectores, lo que indicaría la inexistencia de problemas de replantación para esta condición. En todas las evaluaciones este comportamiento fue consistente, de tal manera que el tamaño final de las plantas alcanzó 52,3 y 52,9 cm² de ASTT para el sector de vivero y suelo virgen, respectivamente (Cuadro 32). Probablemente, dos años de crecimiento de las plantas de vivero en el terreno, no sean suficientes para generar problemas de replantación.

Cuadro 31

Tamaño de nogales 'Chandler' al inicio y final del ensayo, y crecimiento anual, para distintos tratamiento al suelo en condiciones de replantación (Pirque, R.M.)

Tratamiento	Tamaño inicial	Crecimiento anual			Tamaño final*
		2006	2007	2008	
----- cm ² de ASTT -----					
Fumigado	2,0	3,0 a	16,0 a	13,6 a	34,3 a
Fumigado + guano	2,0	3,1 a	18,5 a	15,8 a	39,2 a
Guano	1,7	3,6 a	19,9 a	10,3 a	35,0 a
Testigo	1,6	2,6 a	19,2 a	14,6 a	38,3 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas, con p-valor $\leq 0,05$. * Tamaño final de plantas promedio ajustado al análisis de covarianza.

Cuadro 32

Tamaño de nogales 'Chandler' al inicio y final del ensayo, y crecimiento anual, para árboles plantados en una condición de antiguo vivero y suelo virgen (Huechún, R.M.)

Tratamiento	Tamaño inicial	Crecimiento anual			Tamaño final *
		2006	2007	2008	
----- cm ² de ASTT -----					
Vivero	3,8	1,9 a	16,9 a	29,9 a	52,3 a
Suelo virgen	3,7	1,3 a	18,6 a	29,0 a	52,9 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas, con LSD-Fisher 5%. * Tamaño final promedio de plantas ajustado al análisis de covarianza.

En síntesis, se puede afirmar que:

La persistencia del problema de replantación en nogales es al menos 3 años, con detrimento importante del crecimiento.

Plantas replantadas sin tiempo de espera no recuperan su crecimiento, al menos, dentro de los primeros 3 años.

El tratamiento de secado de plantas no parece ser efectivo en nogales.

Dos años de vivero, aun con la alta densidad de plantas, no es condición suficiente para

generar problemas de replantación en nogales.

Al replantar un huerto de nogales es fundamental tomar medidas de manejo para prevenir la reinfestación con Phytophthora.

La aplicación de guano puede traer un beneficio en el crecimiento de plantas replantadas, especialmente en la condición de suelo fumigado.

Gabino Reginato M.

Karen Mesa J.

Claudio Córdova C.

Rodrigo Callejas R.

Replantación de vid

En Quinta de Tilcoco, VI Región, en agosto de 2003, se arrancó un parronal adulto de 18 años, de 'Sultanina'. Inmediatamente de arrancado, se fumigó, con bromuro de metilo, una superficie de aproximadamente 10 m²; como tratamiento control, se utilizó un área del mismo suelo, sin fumigación. Se instaló un sistema de riego por goteo y, al final de la primera temporada de crecimiento, en marzo de 2004, se arrancaron las plantas y se evaluó su crecimiento, mediante el peso, área de sección transversal de tronco (ASTT), número y largo de brotes, número de hojas por brote, área foliar, y largo de entrenudos.

Resultados. Al finalizar la primera temporada de desarrollo, la diferencia de crecimiento alcanzada en los tratamientos de suelo fueron evidentes (fotos 8 y 9); el crecimiento de las plantas, en peso fresco y seco, sobre suelo fumigado fue más de 3 veces que el de las plantas sobre suelo no fumigado, lo que indicó la existencia y magnitud del problema de replantación (Figura 28). Si bien el número de brotes no se vio afectado, el largo de éstos y número de hojas por brotes sí, presentando diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, donde las diferencias fueron de 2,7 y 2,4 veces más para las plantas del tratamiento con fumigación de suelo (Cuadro 33). Por su parte, el área de hoja, de 90 cm², en el tratamiento de fumigación de suelo, se redujo a 56 cm² en el tratamiento control; así, el área foliar de plantas en suelo fumigado disminuyó de 3,5 a menos de 1 m² por planta (Figura 29). El largo de entrenudos fue menos afectado, alcanzando sólo 1,5 veces más para el tratamiento de fumigación de suelo.

El área de sección transversal de tronco (ASTT), se correlacionó positiva y significativamente con el peso seco de las plantas ($R^2=0,82$) (Figura 30), confirmándose su utilidad como medida de tamaño de planta.



Foto 8

Desarrollo de vides después de una temporada de crecimiento en condiciones de replantación, bajo tratamiento de suelo fumigado (izquierda) y no fumigado (derecha) (Quinta de Tilcoco, VI Región)



Foto 9

Desarrollo de vides de una temporada de crecimiento en condiciones de replantación, bajo tratamiento de suelo fumigado (izquierda) y suelo no fumigado (derecha)

Cuadro 33

Número y largo de brotes, y número de hojas por brote de vides, luego de una temporada de desarrollo en condiciones de replantación, bajo tratamiento de fumigación y no fumigación de suelo (Quinta de Tilcoco, VI Región)

Tratamiento	Número de brotes nº	Largo de brote cm	Hojas por brote nº
Fumigado	4,6 a	89,5 b	38,9 b
No fumigado	5,3 a	33,5 a	16,1 a

Letras distintas en la vertical indican diferencias significativas, con LSD-Fisher 5%.

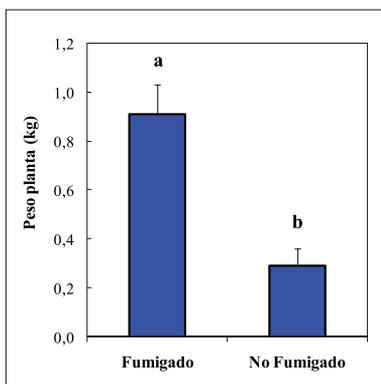


Figura 28

Peso fresco de vides, luego de una temporada de desarrollo bajo condiciones de replantación, para diferentes tratamientos al suelo (Quinta de Tilcoco, VI Región).

Letras distintas indican diferencias significativas (5%).

Se presenta el promedio en barras ± error estándar

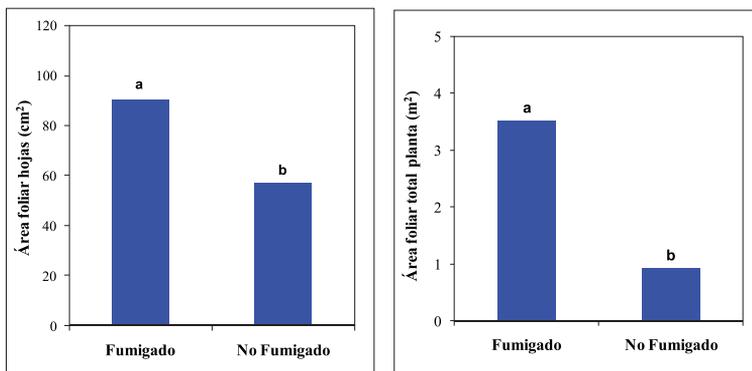


Figura 29

Área foliar de hoja (izquierda) y área foliar de plantas (derecha) de vid, bajo condiciones de replantación, luego de una temporada de desarrollo en diferentes tratamientos de suelo (Quinta de Tilcoco, VI Región).

Letras distintas indican diferencias significativas (5%)

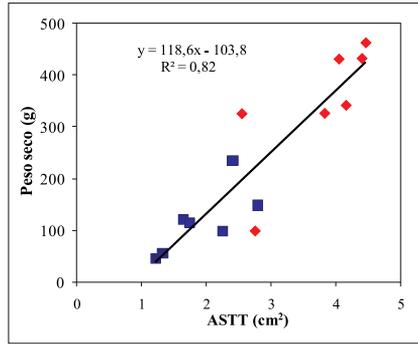


Figura 30

Relación entre área de sección transversal de tronco (ASTT) y peso seco de plantas de una temporada, indicándose la condición de suelo, fumigado (rombos rojos) y no fumigado (cuadrados azules)

Evaluación de fumigantes

En noviembre del 2005, en la localidad de San Lorenzo, Ovalle (IV Región), se estableció un ensayo con diferentes productos fumigantes recomendados para la replantación de frutales, con el objetivo de evaluarlos en vides. Los productos evaluados fueron: 1,3-dicloropropeno aplicado vía riego (300 L/ha) (Foto 10); 1,3-dicloropropeno aplicado en forma gaseosa (aplicación comercial) y fumigación con bromuro de metilo (con cubierta de polietileno); los que fueron contrastados con un tratamiento control, sin aplicación. Como material vegetal se utilizó vides ‘Flame’ injertadas sobre ‘Harmony’. Se evaluó crecimiento vegetativo al inicio de la plantación, y al final de las primeras tres temporadas de crecimiento, expresado como ASTT (cm²). El tamaño inicial de plantas se utilizó como covariable para comparar el tamaño final de plantas acumulado al término del ensayo.

Resultados. Las diferencias de crecimiento fueron significativas sólo para la primera temporada de crecimiento, siendo el crecimiento de las plantas en suelo fumigado con 1,3-D (gaseoso) superior, entre un 276,2 y 393,8%, que en el resto de los tratamientos; estas diferencias desaparecieron en las temporadas siguientes, siendo sólo numéricas; no obstante, en los tratamientos con fumigantes se presenta mayor crecimiento vegetativo que en el tratamiento control (Cuadro 34).

El problema de replantación de vides en este ensayo sólo se evidenció para la primera temporada de desarrollo, con una relación crecimiento tratamiento fumigado: crecimiento no fumigado de 1,9, indicando un problema grave replantación. Sin embargo, la menor diferencia de crecimiento en las dos últimas temporadas indica que el problema de replantación va mermado, mostrando al

final del ensayo una relación de 1,1, lo que indica la superación del problema de replantación luego de tres temporadas de crecimiento.

Portainjertos en la replantación de vides

Con el objetivo de determinar la magnitud del problema de replantación y el comportamiento de distintos portainjertos de vid, se establecieron tres ensayos en diferentes zonas productoras: Quinta de Tilcoco (VI Región); San Lorenzo (IV Región) y Copiapó (III Región), durante la temporada 2004-2005. Se utilizaron plantas de vid 'Sultanina', sobre los portainjertos Harmony, Freedom, Ramsey, Paulsen 1103, 4453 Malegue, 101-14 Millardet, 3304, Richter 110 y SO4, establecidas después de arrancar parrones adultos de distinta edad y condición.

Cuadro 34

Tamaño inicial y final, y crecimiento anual de vides 'Flame' / 'Harmony', para diferentes tratamientos de fumigación de suelo previo a la replantación (San Lorenzo, IV Región)

Tratamiento	Tamaño inicial	Crecimiento anual			Tamaño final*
		2006	2007	2008	
-----cm ² de ASTT-----					
1,3-D (riego)	1,11	0,16 a	8,26 a	12,79 a	22,69 a
1,3-D (gaseoso)	1,12	0,79 b	9,16 a	12,14 a	23,20 a
Bromuro de metilo	1,45	0,21 a	10,22 a	12,44 a	23,72 a
Testigo	1,33	0,21 a	7,70 a	11,18 a	20,09 a

Letras distintas en la vertical indican diferencias estadísticas significativas, con LSD-Fisher 5%.

*Tamaño final de planta promedio ajustado al análisis de covarianza.



Foto 10

Aplicación de 1,3-dicloropropeno para la replantación de vides, vía riego por goteo, mediante un sistema de riego portátil (San Lorenzo, IV Región)

En cada unidad se comparó un tratamiento testigo, sin fumigación de suelo, con tratamientos de fumigación. En Quinta de Tilcoco y San Lorenzo, el suelo se fumigó con 1,3-dicloropropeno gaseoso y 1,3-dicloropropeno aplicado vía riego, respectivamente; mientras que en Copiapó la fumigación fue con 1,3-dicloropropeno gaseoso y con dos formulaciones comerciales de 1,3-dicloropropeno aplicado vía riego. Al inicio de la plantación y al final de cada temporada de crecimiento se evaluó el diámetro de tronco, como medida de crecimiento, expresándolo como ASTT (cm²). El tamaño inicial de plantas se utilizó como covariable para comparar el tamaño final de plantas.

Resultados. En las distintas localidades, no se presentó interacción entre fumigación y portainjertos para el incremento de ASTT (cm²), presentándose diferencias significativas debidas a la fumigación en Quinta de Tilcoco (VI Región) y Copiapó (III Región) (Cuadro 35). En Quinta de Tilcoco el crecimiento anual de plantas en suelo fumigado con 1,3-D gaseoso fue entre un 28,9 y 644,2% más que el tratamiento control; mientras que en Copiapó, el mayor crecimiento se alcanzó con la fumigación con 1,3-D riego 2, diferenciándose estadísticamente del tratamiento control las dos primeras temporadas de evaluación; la fumigación con 1,3-D riego 1 se diferenció significativamente sólo la primera temporada de crecimiento. En San Lorenzo sólo se detectaron diferencias numéricas.

La replantación de vides en la zona norte (San Lorenzo y Copiapó) mostró dos condiciones diferentes: en San Lorenzo no se manifestaron diferencias entre tratamientos, alcanzándose el mayor crecimiento acumulado de todos los ensayos. En Copiapó, en cambio, se detectó diferencia en el crecimiento entre tratamientos fumigados vía líquida y no fumigado, y sin diferencia entre el testigo y la fumigación gaseosa; adicionalmente, se aprecia que el crecimiento de los diferentes tratamientos se homogenizó a la tercera temporada, indicando una reducción del problema de replantación.

Por su parte, en Quinta de Tilcoco, la diferencia de crecimiento (ASTT, cm²) entre tratamiento fumigado y no fumigado se mantuvo para el periodo estudiado, mostrando, a diferencia de lo observado en Copiapó, una efectividad del tratamiento de fumigación con 1,3-D gaseoso. Así, luego de tres temporadas de evaluación, el problema de replantación aún persistía (invierno 2008), aunque sólo para Quinta de Tilcoco (Cuadro 35).

En cuanto a portainjertos, en Quinta de Tilcoco no existieron diferencias entre ellos para el tamaño final de plantas (ASTT, cm²), aún cuando, numéricamente, el crecimiento en el suelo fumigado casi duplicó el del no fumigado. Por el contrario, en San Lorenzo y Copiapó existieron diferencias significativas entre portainjertos, aunque todos ellos se ven igualmente afectados por el problema de replantación, dada la relación entre el crecimiento en suelo fumigado: no fumigado.

Cuadro 35

Tamaño inicial y final, y crecimiento anual de vides 'Sultanina', para diferentes tratamientos de fumigación y localidad

Tratamiento	Tamaño inicial	Crecimiento anual			Tamaño final*
		2006	2007	2008	
----- cm ² de ASTT -----					
Quinta de Tilcoco					
1,3-D gaseoso	0,18	5,98 b	1,84 a	3,87 b	12,39 b
No fumigado	0,21	4,64 a	0,83 a	0,52 a	6,65 a
San Lorenzo					
1,3-D riego	0,18	1,07 a	5,84 a	6,83 a	13,97 a
No fumigado	0,21	1,05 a	5,34 a	6,59 a	13,06 a
Copiapó					
1,3-D riego 1	0,21	1,49 bc	2,63 ab	6,07 a	10,58 b
1,3-D riego 2	0,21	1,74 c	3,50 b	6,14 a	11,42 b
1,3-D gaseoso	0,21	1,25 ab	2,02 a	4,97 a	8,38 a
No fumigado	0,22	0,90 a	2,22 a	6,31 a	8,74 a

Letras distintas en la vertical indican diferencias estadísticas significativas, con LSD-Fisher 5%.

* Tamaño final de planta ajustado al análisis de covarianza.

En cuanto a vigor de los diferentes patrones, es posible distinguir 3 grupos: los más vigorosos fueron, consistentemente, 3304 y 4453; medianamente vigorosos SO4, P1103, R110, 101-14, Freedom y Harmony; mientras que Ramsey fue el menos vigoroso (Cuadro 36). Estos resultados no concuerdan con Ansaldi (2006), quién describe al portainjerto 4453 como de menor crecimiento respecto de Harmony, Freedom, P1103 y SO4. Además, en ese ensayo, determinó que portainjertos considerados de gran vigor, como Ramsey, Paulsen 1103 y Freedom, no afectaron el desarrollo vegetativo de 'Thompson Seedless', lo que concuerda con estos resultados.

El problema de replantación fue evidente en Quinta de Tilcoco y Copiapó (figuras 31 y 33). En Quinta de Tilcoco, la relación de crecimiento entre el tratamiento de fumigación con 1,3-D gaseoso y el testigo mostró problemas de replantación para todos los portainjertos, siendo los más afectados Ramsey, R 110 y SO4, con una relación promedio de 2,3; en tanto que Harmony, Freedom, P 1103, 4453, 101-14 y 3304 indicaron problemas medios de replantación, con una relación fumigado: no fumigado de 1,7, en promedio (Figura 31).

En San Lorenzo (IV Región), los problemas de replantación en vides fueron inexistentes, siendo el desarrollo de los portainjertos sobre suelo fumigado y no fumigado similar (Figura 32).

Cuadro 36

Crecimiento de vides ‘Sultanina’ (ASTT, cm²) al final de tres temporadas de desarrollo bajo condiciones de replantación, en tres localidades

Portainjerto	Tamaño final de planta		
	Quinta de Tilcoco (VI R.)	San Lorenzo (IV R.)	Copiapó (III R.)
	----- cm ² de ASTT -----		
Ramsey	10,19 *N.S.	8,25 a	7,75 a
Freedom	7,11	10,16 ab	10,54 b
101-14	9,32	11,12 abc	9,39 ab
R 110	10,65	14,08 bc	9,89 ab
P 1103	9,22	14,39 bcd	9,29 ab
SO4	10,65	14,42 bcd	10,06 ab
3304	9,33	15,69 cd	10,64 b
Harmony	6,81	15,91 cd	9,90 ab
4453	9,30	17,38 d	10,09 b

* Diferencias estadísticas no significativas. Letras distintas en la vertical indican diferencias estadísticas significativas con LSD Fisher, 5%.

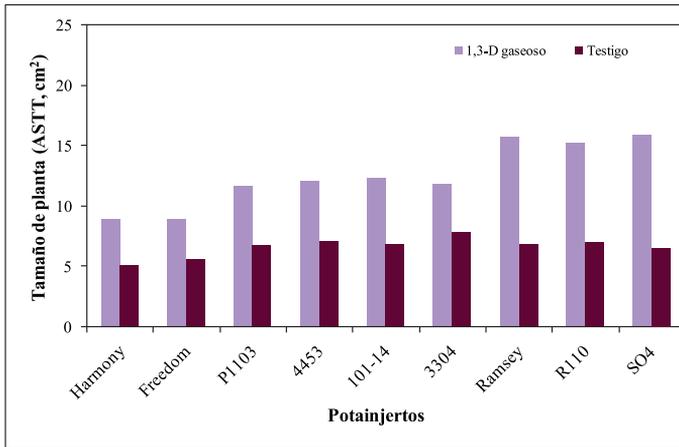


Figura 31

Tamaño de vides sobre distintos portainjertos, luego de tres temporadas de desarrollo en suelo fumigado y no fumigado, previo a la replantación (Quinta de Tilcoco, VI Región)

En Copiapó, los portainjertos que presentaron mayores problemas en la replantación fueron 101-14, R 110 y Harmony, con una relación fumigado: no fumigado de 1,5. Con problemas leves de replantación, relación fumigado: no fumigado de 1,2, se encuentran P1103, 4453 y Freedom, mientras que Ramsey, SO4 y 3304 con una relación promedio de 1,0, no indicaron problemas en la replantación (Figura 33).

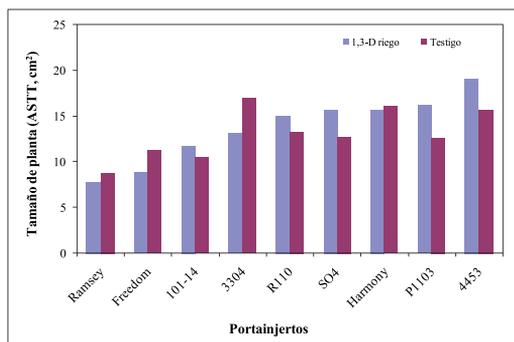


Figura 32

Tamaño de vides sobre distintos portainjertos, luego de tres temporadas de desarrollo en suelo fumigado y no fumigado, previo a la replantación (San Lorenzo, IV Región)

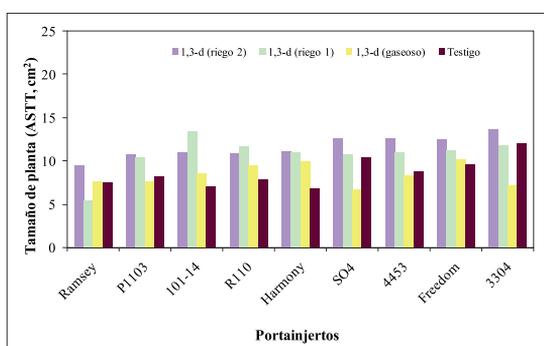


Figura 33

Tamaño final de vides sobre distintos portainjertos, luego de tres temporadas de desarrollo en suelo fumigado y no fumigado, previo a la replantación (Copiapó, III Región)

De los ensayos realizados se puede inferir que los problemas de replantación en vides, probablemente sean dependientes de la zona productiva; pues mayores problemas se presentaron en la VI Región que en la III Región, siendo ausentes en el ensayo de la IV Región.

En condiciones de bajos problemas de replantación (III Región), el efecto en crecimiento desaparece luego de dos temporadas, en cambio bajo condición de severos problemas de replantación (VI Región), estos aún persisten luego de tres temporadas de crecimiento.

La efectividad de los fumigantes es dependiente del suelo en estudio. Aparentemente, en suelos de textura fina puede esperarse mejor efecto de las aplicaciones de 1,3-D gaseoso. Por el contrario, mejor efecto podría esperarse del 1,3-D aplicado vía líquida en suelos de textura gruesa.

Es necesario realizar un mayor desarrollo de las aplicaciones de 1,3-D como fumigante de suelo, para superar los problemas de replantación en vides.

Todos los portainjertos están sujetos al problema de replantación, estimulándose

su crecimiento con los tratamientos de fumigación de suelos.

Características del suelo, o la zona, pueden afectar diferencialmente el crecimiento de plantas sobre diferentes portainjertos.

Existen portainjertos que consistentemente inducen mayor crecimiento vegetativo en vid

'Sultanina', los que pueden ser considerados como alternativa a la fumigación de suelo bajo problemas de replantación moderadas, siendo necesarias evaluaciones de sus aspectos productivos.

Es necesario mayor estudio de la interacción variedad-portainjerto-suelo bajo las condiciones chilenas.

Literatura citada

Ansaldi, V. 2006. Efecto del portainjerto sobre el crecimiento vegetativo, producción y calidad de diferentes cultivares de mesa. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota. 43 p

PALTO

Gabino Reginato M.
Karen Mesa J.
Claudio Córdova C.
José Covarrubias P.

Evaluación de tratamientos al suelo

En un huerto de la localidad de Bartolillo, Comuna Cabildo (V Región), durante el mes de noviembre de 2006, se arrancaron 6 plantas sanas, contiguas, de 12 años de edad, que se encontraban en su etapa de declinación productiva. Acorde a la tendencia actual de plantación, para mejorar las condiciones físicas del suelo y la aireación (Razeto, 2006), se preparó un camellón de 2,5 m de ancho en la base y 1 m de ancho en la cima, con una altura de 80 cm, aproximadamente. Sobre éste, se establecieron, aleatoriamente, diferentes tratamientos de fumigación de suelo; éstos fueron: bromuro de metilo (970 kg/ha), 1,3-dicloropropeno (400 kg/ha), cloropicrina (300 kg/ha), mezcla de 1,3-d (65%) más cloropicrina (35%) (400 kg/ha) y testigo sin fumigar. La aplicación se realizó con un inyector manual a una profundidad entre 20 y 70 cm. En el caso del bromuro de metilo, el sector aplicado se cubrió con un film de polietileno por una semana. Para ventilar el suelo, la plantación se realizó un mes después de las aplicaciones. Se plantaron 4 repeticiones por tratamiento, de una planta cada una, de la variedad Hass injertada sobre portainjerto Mexícola. El manejo de riego y fertilización fue el mismo para todos los tratamientos.

A la plantación se evaluó el diámetro de tronco, altura de plantas y número de hojas. En marzo y junio de 2007, 3 y 6 meses después de plantación, se repitieron las evaluaciones. Adicionalmente, en junio, se determinó tamaño medio de hojas,

en una muestra de 20 hojas por planta, con un integrador de área foliar (modelo CI-203, CID Inc. EE.UU.). Además, se determinó la coloración del follaje, en 5 hojas adultas sanas de cada planta, con un SPAD portátil (modelo CCM-200, Opti-Science, EE.UU.).

Resultados. El área de sección transversal de tronco (ASTT, cm²), en todos los tratamientos, presentó un crecimiento lineal. A la primera fecha de evaluación, 3 meses después de la plantación, los tratamientos bromuro de metilo y 1,3-D se diferenciaron significativamente del testigo, con un crecimiento 46% mayor que éste; los tratamientos de cloropicrina y la mezcla 1,3-D + cloropicrina (Mix) presentaron un valor intermedio. Sin embargo, en la segunda evaluación (junio 2007), 6 meses después de la plantación, todos los tratamientos fueron superiores al testigo, no diferenciándose entre ellos, presentando, en promedio, un ASTT un 52% mayor que el testigo (Figura 34). Goodall *et al.* (1987) determinó que plantas 'Hass' sobre Duke 7, en suelo fumigado con bromuro de metilo, a una dosis de 1,4 kg por 5,8 m², al final una temporada de crecimiento, presentaron un valor de 0,5 (escala visual de 0 a 5, donde 0 corresponde a una planta sana, y 5 a una planta con severa defoliación y muerte), mientras que plantas sin fumigación de 1,7; sin embargo, estas diferencias desaparecerían en la tercera temporada de evaluación.

La altura de las plantas fue la variable que más tempranamente mostró diferencias entre los tratamientos de fumigación y el testigo (Figura 35); no detectándose diferencias entre los tratamientos de fumigación en el periodo de evaluación. Durante el otoño, entre marzo y junio, en el tratamiento testigo se detuvo el crecimiento en altura, a diferencia de los tratamientos de fumigación, donde aún cuando disminuyó la tasa de crecimiento, éste continuó, aumentando sus diferencias con el testigo, terminando con plantas un 50% más altas que en el testigo.

En cuanto al área foliar, ya en marzo, el número de hojas por planta (Figura 36) en los tratamientos fumigados fue superior al testigo, conformándose dos grupos: el de la cloropicrina y la mezcla cloropicrina + 1,3-D, con una respuesta intermedia entre el testigo y, el de bromuro de metilo y 1,3-D. A los 6 meses, en junio, todos los tratamientos fumigados fueron superiores al testigo. Respecto del tamaño de las hojas, no se encontraron diferencias entre tratamientos (Cuadro 37), aunque numéricamente existió una tendencia similar a la de las otras variables; la alta variabilidad del tamaño, producto de hojas de distinta edad, podría explicar, en parte, esta falta de significancia. El área foliar para el mes de junio (6 meses después de plantación), calculada a partir del número y tamaño medio de hojas (Figura 37), de los tratamientos bromuro de metilo, 1,3-D y la mezcla cloropicrina más 1,3-D fue casi 3 veces la del testigo. El tratamiento con cloropicrina, si bien numéricamente fue mayor que el testigo, no se diferenció significativamente de éste

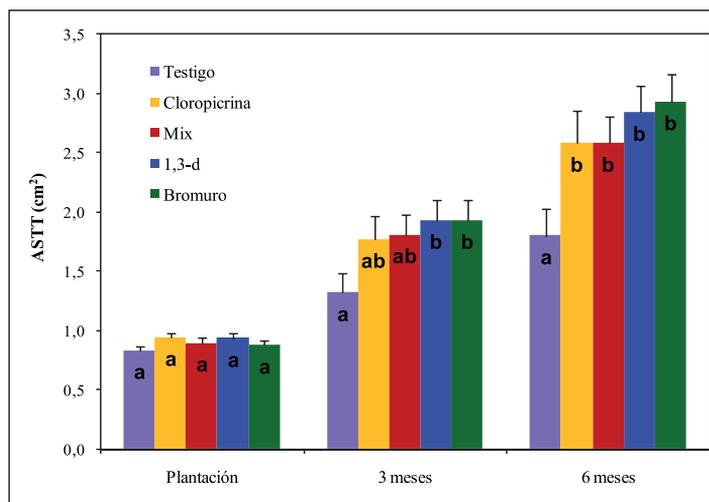


Figura 34

Área de sección transversal de tronco (ASTT) de paltos, para diferentes tratamientos de fumigación de suelos y fecha de evaluación. Letras distintas indican diferencias significativas dentro de cada fecha (LSD, 5%); los trazos de líneas verticales indican el error estándar

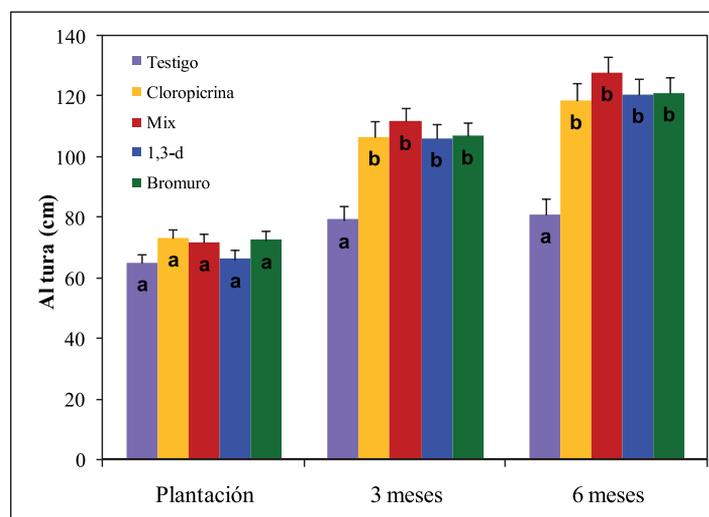


Figura 35

Altura de paltos, para diferentes tratamientos de fumigación de suelos y fecha de evaluación. Letras distintas dentro de cada fecha indican diferencias significativas (LSD, 5%); trazos de líneas verticales indican error estándar

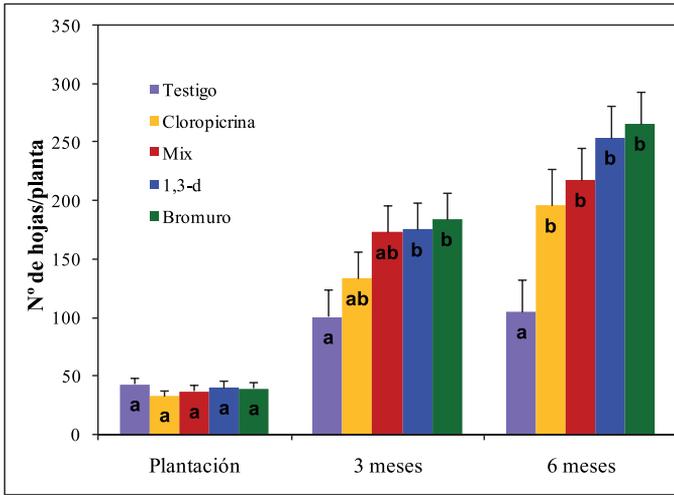


Figura 36

Número de hojas para diferentes tratamientos de fumigación de suelos y fecha de evaluación. Letras distintas dentro de cada fecha indican diferencias significativas (LSD, 5%); trazos de líneas verticales indican el error estándar

Cuadro 37

Tamaño medio de hojas y contenido relativo de clorofila (lectura SPAD), para los distintos tratamientos, en el mes de diciembre

Tratamiento	Tamaño de hoja ----- cm ² -----	Contenido relativo clorofila (SPAD)
Testigo	41,8 ± 2,9 a	51,5 ± 4,0 a
Mix	45,5 ± 2,9 a	51,0 ± 2,9 a
Cloropicrina	48,7 ± 3,3 a	52,9 ± 4,0 a
1,3-dicloropropeno	49,8 ± 2,9 a	51,6 ± 4,0 a
Bromuro de metilo	50,3 ± 2,9 a	57,2 ± 4,0 a

Letras distintas en la vertical indican diferencias estadísticas significativas, con LSD-Fisher 5%.

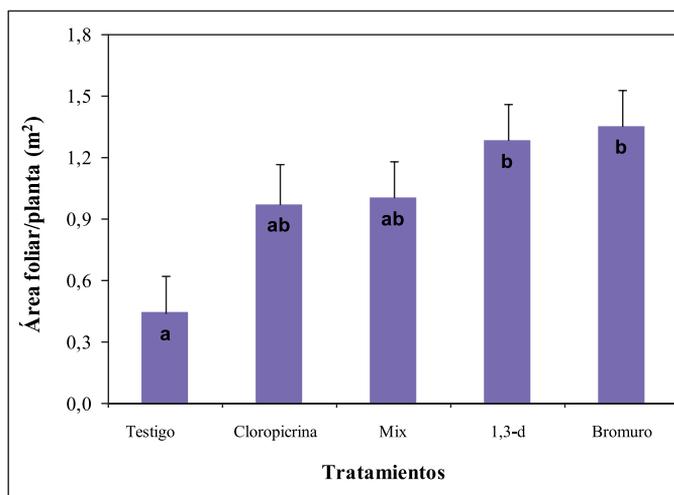


Figura 37

Área foliar por planta, seis meses después de la plantación, para distintos tratamientos de fumigación de suelos. Letras distintas indican diferencias significativas (LSD, 5%); trazos de líneas verticales indican error estándar

Salinas (2006) evaluó, durante cinco meses, el efecto de distintos tratamientos al suelo: 1) inundación del suelo con lámina de agua; 2) fumigación con bromuro de metilo (85% CH_3Br más 15% cloropicrina (100 g/m^2)); 3) aplicación de materia orgánica; 4) control biológico (*Trichoderma harzianum*); y 5) testigo, y dos portainjertos: Zutano y Duke, sobre el control del problema de replantación en palto, asociado a *P.cinnamomi*. Para la altura de plantas encontró significancia de los portainjertos y tratamientos, mientras que para el área foliar sólo del portainjerto; en cambio, para el diámetro de planta no existió diferencia estadística significativa. El portainjerto Duke 7 presentó un incremento del 5,5 y 14,5%, para la altura y área foliar respecto del portainjerto Zutano, respectivamente. También, se observó que la mayor altura promedio de plantas se obtuvo en suelo fumigado con bromuro de metilo, sin encontrarse efecto de los otros tratamientos.

El área de sección transversal de tronco se relacionó positiva y significativamente con el número de hojas y el área foliar, con valores de R^2 de 0,85 y 0,77, respectivamente (figuras 38 y 39).

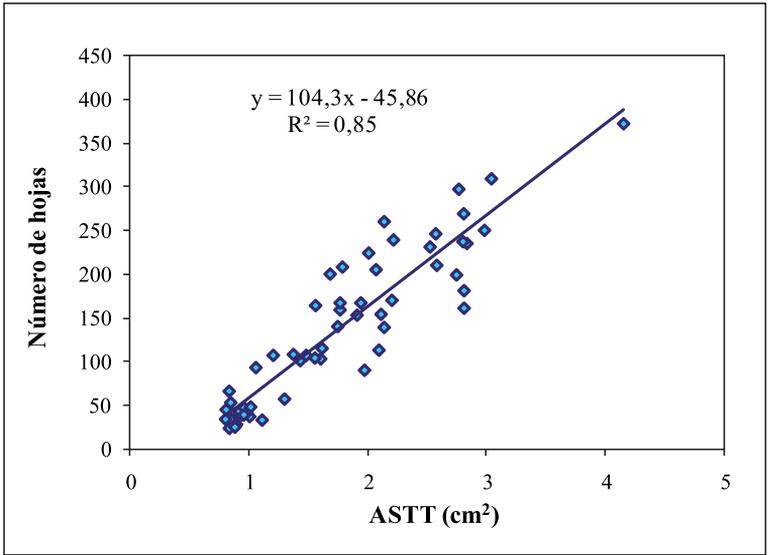


Figura 38

Número de hojas por árbol, como función del área de sección transversal de tronco (ASTT), para plantas jóvenes de palto. Relación calculada con valores obtenidos a la plantación, 3 y 6 meses después

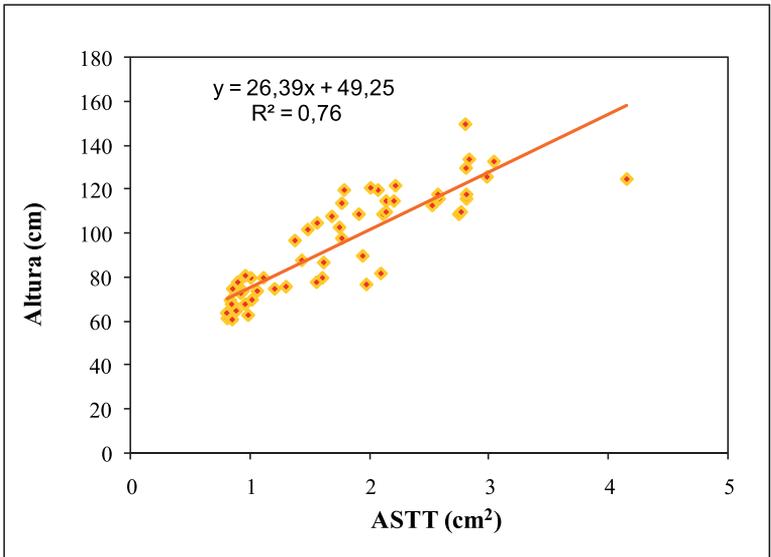


Figura 39

Altura de planta como función del área de sección transversal de tronco (ASTT), para plantas jóvenes de palto. Relación calculada con valores obtenidos a la plantación, 3 y 6 meses después



Foto 11

Altura de planta como función del área de sección transversal de tronco (ASTT), para plantas jóvenes de palto. Relación calculada con valores obtenidos a la plantación, 3 y 6 meses después

En resumen se puede afirmar que, en palto existe un significativo problema de replantación, con alteración del desarrollo inmediatamente después de la plantación.

Aunque sin alteraciones mayores en el color del follaje, los síntomas del problema son: menor tamaño de hojas, altura de plantas, área foliar total y ASTT. Una variable práctica para describir el desarrollo resultó ser el área de sección transversal de tronco.

La apariencia normal del color en el follaje puede llevar a la confusión de los agricultores,

en relación a las causas que pueden estar afectando a los árboles en huertos que han sido replantados.

El problema de replantación no se ve superado con la confección de camellones.

Bajo la condición estudiada, si bien todos los tratamientos superaron el problema de replantación, el bromuro de metilo y el 1,3-D presentan una leve ventaja respecto de la mezcla 1,3-D + cloropicrina y cloropicrina sola.

Literatura citada

Goodall, G.E.; Ohr, H.D. and G.A. Zetmyer. 1987. Mounding benefits replanting avocado root rot orchards. South African Avocado Growers Assoc. Yearbook 10: 67 – 69. Disponible en http://www.avocadosource.com/wac1/wac1_p067.

Razeto M, B. 2006. Para entender la fruticultura. B. Razeto, Edición de libros. Santiago, Chile. 518 p.

Salinas D.M. 2006. Efectividad de tratamientos y estimación económica de problemas de replante en palto (*Persea americana* Mill). Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota, Chile. 44 p.

DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA DE REPLANTACIÓN MEDIANTE ENSAYOS EN MACETAS

Gabino Reginato M.

Karen Mesa J.

Bruno Razeto M.

Italo Giavelli N.

Edgardo Soto R.

Antecedentes

Debido a la complejidad del problema de replantación, y dado el gran número de factores que en él intervienen, como pH, textura, microorganismos, etc., resulta importante predecir los posibles problemas de replantación. Hoestra (1968) trabajó indirectamente, con parcelas o con experimentos en macetas, observando la reducción del crecimiento de plantas creciendo en suelo con problemas, en comparación con el del mismo suelo tratado con fumigantes o con suelo sano. Por esto, los ensayos en macetas se han utilizado comúnmente para detectar problemas de replantación (Slykhuis y Li, 1985), y para evaluar el potencial de respuesta de los suelos a tratamientos en condiciones de replantación, que generalmente utilizan la fumigación (Neilsen *et al.*, 1991); y así elaborar recomendaciones previas a la replantación (Slykhuis y Li, 1985).

En estos ensayos en macetas, bajo condiciones de invernadero, el crecimiento de plántulas considera un intervalo de tiempo menor (2 a 3 meses), con suelos tratados y no tratados, lo que se utiliza como un indicador de la respuesta esperada en campo (Neilsen *et al.*, 1991). Al parecer, los 'bioensayos', con plántulas en invernadero, proporcionan el mejor parámetro medible para indicar la necesidad y efectividad de los tratamientos al suelo antes de replantar un antiguo huerto (Slykhuis, 1988). Sin embargo, es importante determinar la correcta relación de las respuestas entre los ensayos de macetas y campo, para su utilidad práctica.

Durante la historia del problema de replantación de frutales, los investigadores han determinado la efectividad de tratamientos en el incremento del crecimiento de plántulas en suelos que presentan problemas; sin embargo, muchos fruticultores preguntan por el comportamiento de sus suelos bajo condiciones de replantación. Al respecto, Slykhuis y Li (1985) predijeron la respuesta en crecimiento de plántulas de manzanos 'Antonovka' en suelo de un antiguo huerto, con aplicaciones de biocidas y fertilizantes fosfatados, con ensayo en macetas. También, Neilsen *et al.* (1991) informaron el éxito en la predicción de la respuesta de los tratamientos al suelo, los que incrementarían el primer año de crecimiento de manzanos en campo, basados en el crecimiento de plántulas de manzanos en macetas. De la misma manera, Moyls *et al.* (1994) obtuvieron una estrecha correlación entre el crecimiento de manzanos 'Spartan/M.26' en campo, con un tratamiento de calentamiento del suelo mediante vapor, y el crecimiento de plántulas de manzano en macetas en invernadero, con suelo proveniente del mismo huerto pasteurizado a 77°C por una hora.

Resultados de procedimientos de investigación similares se han utilizado para el desarrollo de recomendaciones prácticas de fertirrigación, proporcionando una alternativa más rápida y menos costosa que la experimentación en campo (Parchomchuk *et al.*, 1994).

Evaluación de problemas de replantación con ensayos en macetas

Con el objetivo de desarrollar un sistema de diagnóstico precoz de los eventuales problema de replantación, se establecieron ensayos en macetas, en dos especies frutales: manzano y duraznero. Para esto, en duraznero se utilizaron plántulas de 'Nemaguard' de 2 a 3 hojas, las que estuvieron en macetas por 3 meses. Para manzano, se utilizaron acodos de MM 106, las que permanecieron en los contenedores por 12 semanas. El suelo de cada localidad ensayada se trató con bromuro de metilo + cloropicrina (666 g/m³) y se dejó suelo sin fumigación. Las muestras de suelo de las macetas provinieron de diferentes huertos adultos de manzano (Cuadro 38) y duraznero (Cuadro 39), cuya condición del problema de replantación fue evaluada en temporadas consecutivas después de arrancar el huerto. Paralelamente a la plantación realizada en macetas, se realizó una plantación a nivel de campo, en el mismo suelo, bajo condiciones de fumigación y no fumigación del suelo, con la finalidad de contrastar los resultados de ambos ensayos.

En ambos ensayos y años de evaluación, el suelo se mezcló con perlita, en una proporción de 3:1, para permitir un mejor drenaje en la maceta. Se utilizaron bolsas de 3 litros de capacidad, las que fueron distribuidas al azar, bajo un sombreadero de malla raschell (18%). Las macetas fueron regadas periódicamente, hasta el punto que escurriera agua por los orificios de drenaje.

Cuadro 38*Localidad y años de cultivo con manzanos de los suelos ensayados en macetas*

Localidad	Años de cultivo con manzano
Paine (R.M.)	6
Quinta de Tilcoco (VI R.)	25
Los Niches (VII R.)	35
Talca (VII R.)	25

Cuadro 39*Localidad y tipo de suelo extraído, correspondiente a las diferentes condiciones de replantación de durazneros en macetas, combinado con el tipo de fumigación*

Localidad	Años de cultivo y especie frutal
La Pintana (Antumapu, R.M.)	10 años con duraznero
Champa (Viveros Parlier, R.M.)	4 años con duraznero 4 años con ciruelo

El primer año cada 15 días se evaluó altura (cm), número de hojas (n°) y área de sección transversal de tronco (cm^2); al finalizar el ensayo se determinó el área foliar y el peso fresco y seco de las plantas. En el segundo año las evaluación inicial correspondió al peso fresco de la plantas, y cada 15 días se evaluó altura (cm) y área sección transversal de tronco (cm^2). Los resultados obtenidos en macetas se contrastaron con aquellos obtenidos en el primer año de evaluación en condiciones de campo.

Resultados. En manzanos, en los dos años de ensayos, sólo algunos de los parámetros de desarrollo vegetativo mostraron diferencias significativas, dependiendo del origen del suelo. El crecimiento vegetativo, expresado como área de sección transversal de tronco (cm^2), sólo fue diferente estadísticamente para Quinta de Tilcoco en los dos años de ensayos; por el contrario, para ambos años, para las localidades de Paine y Talca, se presentaron sólo diferencias numéricas favorables al tratamiento de fumigación de suelo. En el caso de Los Niches, en la primera temporada, el ASTT (cm^2) fue el mismo para los dos tratamientos de fumigación en macetas; mientras que en el segundo año, el tratamiento de fumigación de suelo fue menor numéricamente en un 1,4% respecto del tratamiento control (Cuadro 40).

Al correlacionar la relación de crecimiento entre el tratamiento de suelo fumigado y no fumigado, obtenida en macetas, respecto de los resultados en campo (Capítulo 4. Manzanos) (Cuadro 41), para los dos años de experimentación (Figura 40), se observa que no existe una correlación significativa entre éstos (coeficiente de correlación (r) de -0,14). De acuerdo a estos resultados, y con la metodología usada, los ensayos

en macetas no muestran suficiente sensibilidad para determinar el problema de replantación, al comparar con lo obtenido en terreno. De esta manera, el ensayo con acodos no resulta un método predictivo eficiente, como lo describen otros autores (Slykhuis y Li, 1985; Neilsen *et al.*, 1991; Moyls *et al.*, 1994) para ensayos con plántulas; es probable que el crecimiento acumulado por los acodos de MM 106 en el lapso de 12 semanas no sea lo suficientemente intenso como para reducir diferencias propias

Cuadro 40

Área de sección transversal de tronco (ASTT), expresada en cm^2 , para plántulas de manzanos MM 106 desarrolladas durante 12 semanas en macetas, en suelos provenientes de distintos huertos, con distintos tratamientos de fumigación

Localidad	Tratamiento	ASTT (cm^2)			
		2005		2006	
		% del testigo		% del testigo	
Paine	No fumigado	0,66 a	0	0,63 a	0
	Fumigado	0,72 a	9,1	0,77 a	22,2
Quinta de Tilcoco	No fumigado	0,68 a	0	0,77 a	0
	Fumigado	0,87 b	28	0,98 b	27,3
Los Niches	No fumigado	0,62 a	0	0,73 a	0
	Fumigado	0,62 a	0	0,72 a	-1,4
Talca	No fumigado	0,55 a	0	0,63 a	0
	Fumigado	0,72 a	31	0,69 a	10

Letras distintas en la vertical para cada localidad, indican diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$), según prueba LSD Fisher.

Cuadro 41

Relación de crecimiento (ASTT, cm^2) entre tratamiento de fumigación de suelo y no fumigado, para ensayos en macetas y en terreno, para cada localidad y año evaluado

Localidad	Relación de crecimiento fumigado: no fumigado			
	2005		2006	
	Macetas	Campo	Macetas	Campo
Paine	1,1	4,8	1,2	2,8
Quinta de Tilcoco	1,3	1,2	1,3	1,3
Los Niches	1,0	1,0	1,0	0,8
Talca	1,3	0,2	1,1	1,3

de los acodos al momento de implantar el ensayo. De esta manera, para continuar en la búsqueda de un sistema de diagnóstico en manzanos, debería buscarse material vegetal de mayor sensibilidad, que pueden ser plántulas provenientes de semillas de una variedad o especie sensible, o material vegetal clonal propagado in vitro o por esquejes, de manera que éstas acumulen la mayor parte de su crecimiento una vez plantadas en la condición de suelo a probar.

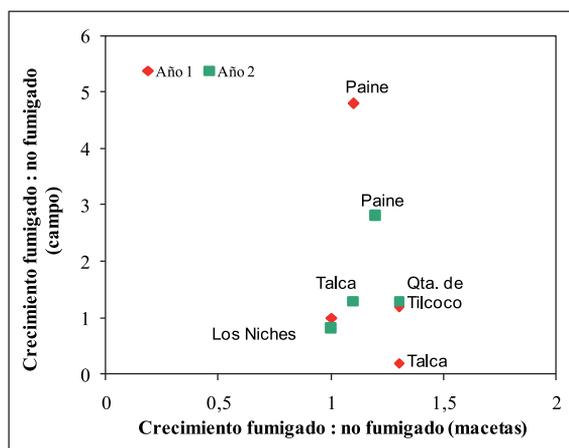


Figura 40

Diagrama de dispersión para la relación de crecimiento, tratamiento de suelo fumigado: no fumigado, para manzanos en ensayos en macetas y en terreno, según localidad

En durazneros, se presentaron diferencias significativas en el crecimiento vegetativo entre tratamientos de suelo, en suelos provenientes de Antumapu (segundo año) y Viveros Parlier con cultivo previo de duraznero, para los dos años de investigación (Cuadro 42), con un incremento entre un 21,8 y 53,5%. Sin embargo, cuando se utilizó suelo de Viveros Parlier (localidad de Champa), pero con cultivo previo de ciruelos, sólo se encontraron diferencias numéricas a favor del tratamiento de no fumigación del suelo, en el segundo año de ensayos. La situación de Viveros Parlier es contraria a lo observado en terreno, donde el mayor crecimiento se obtuvo cuando el cultivo que precedió a la replantación correspondió a ciruelo (Capítulo 6. Portainjertos y replantación de duraznero).

En el caso de la correlación entre la relación de crecimiento fumigación de suelo: crecimiento no fumigado, para ensayos en macetas y en terreno de plántulas de ‘Nemaguard’ (Cuadro 43), el diagrama de dispersión muestra una tendencia lineal positiva de las observaciones (Figura 41) (coeficiente (r) de 0,29 para el primer año, y de 0,49 en el segundo). Como método predictivo general (Figura 42), se aprecia que sólo alcanza un coeficiente de determinación de (R²) 0,16, al juntar la información de ambos años.

Cuadro 42

Área de sección transversal de tronco (ASTT), expresada en cm², para plántulas de duraznero 'Nemaguard' desarrolladas durante 12 semanas en macetas, con suelos provenientes de distintos huertos con problemas de replantación

Localidad	Tratamiento	Crecimiento de tallo (ASTT)			
		2005		2006	
		cm ²	% del testigo	cm ²	% del testigo
Antumapu	No fumigado	0,28 a	0	0,21 a	0
	Fumigado	0,33 a	17,8	0,30 b	42,8
Champa (ciruelo)	No fumigado	0,12 a	0	0,45 a	0
	Fumigado	0,12 a	0	0,33 a	26,6
Champa (duraznero)	No fumigado	0,28 a	0	0,32 a	0
	Fumigado	0,43 b	53,5	0,39 b	21,8

Letras distintas en la vertical para cada localidad, indican diferencias estadísticas significativas (p≤0,05), según prueba LSD Fisher.

Cuadro 43

Relación de crecimiento (ASTT, cm²) entre tratamiento de fumigación de suelo y no fumigado, de plántulas de 'Nemaguard', para ensayos en macetas y en terreno, en diferentes suelos evaluados

Localidad	Relación de crecimiento fumigado: no fumigado			
	2005		2006	
	Macetas	Campo	Macetas	Campo
Antumapu	1,2	2,2	1,4	1,4
Champa (ciruelo)	1,0	0,7	0,7	0,5
Champa (duraznero)	1,5	1,3	1,2	2,1

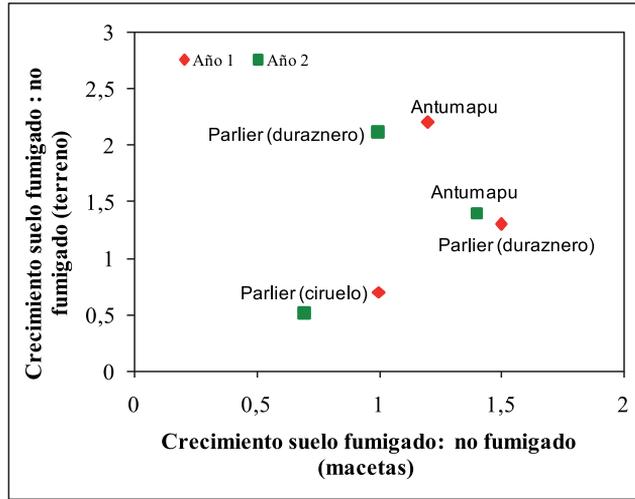


Figura 41

Diagrama de dispersión de las relación de crecimiento, tratamiento de suelo fumigado: crecimiento no fumigado, para ensayos en macetas y en terreno de plántulas de duraznero 'Nemaguard', según suelo

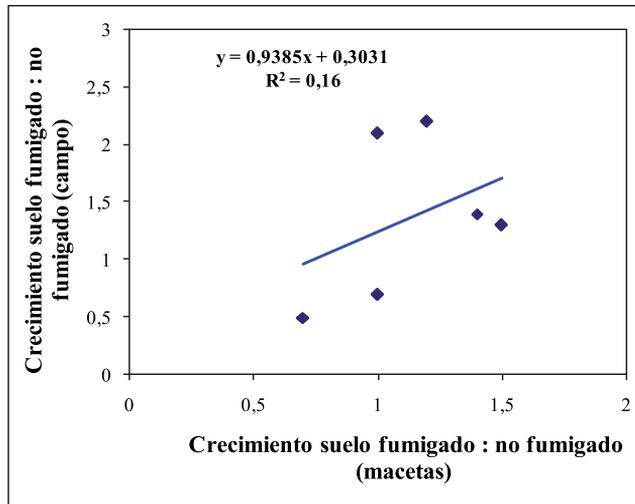


Figura 42

Regresión lineal entre la relación crecimiento fumigado:crecimiento no fumigado de plántulas de 'Nemaguard', alcanzada en macetas y en terreno para diferentes suelos

Evaluación en macetas de potenciales problemas de replantación en paltos

Se evaluó el crecimiento de plántulas provenientes de semillas de la variedad Bacon (*Persea americana* Mill.), sembradas en contenedores con suelo proveniente de cuatro condiciones de ocupación previa con árboles de la misma especie; el suelo de cada condición fue tratado con dos tratamientos de suelo: 1) fumigación con bromuro de metilo (670 g/m^3) y ventilado durante una semana; y 2) suelo sin fumigación. Todos los suelos procedían del Fundo Pelvín, ubicado en la Comuna de Peñaflores, Provincia de Talagante, Región Metropolitana (Cuadro 44), y corresponden a la condición de 40 años con palto, 32 años con paltos más 8 años con cultivos anuales, 8 años con paltos y nunca plantado con paltos.

Los contenedores de polietileno negro utilizados fueron de 28 centímetros de diámetro, 26 centímetros de altura y 10 litros de volumen; fueron distribuidos al azar en un sombreadero de malla raschell (18%), y regados periódicamente, hasta el punto de escurrimiento del agua por los orificios de drenaje.

Se registró la fecha de emergencia de las plántulas, y se evaluó el crecimiento y desarrollo en altura cada 14 días. Al finalizar la temporada, la planta se arrancó y se evaluó peso fresco y peso seco de la planta (separando raíz y parte aérea); número de hojas, área foliar, diámetro del tallo y largo de internudos.

Resultados. A diferencia de duraznero y manzano, los suelos provenían del mismo lugar, por lo que se realizó un análisis factorial, considerando como factores la edad del huerto y el tratamiento de fumigación. Al respecto, no existió una interacción significativa entre factores (Cuadro 44), y las diferencias fueron debidas a la condición de fumigación.

Sólo el área de sección transversal de tronco (ASTT) presentó diferencias significativas, donde las plantas bajo fumigación del suelo obtuvieron un 37,5% de mayor crecimiento respecto de aquellas en el suelo sin fumigación. Para el resto de las variables evaluadas, sólo existieron diferencias numéricas, de un 17,6 y 15% mayor con la fumigación, para la altura de plantas (cm) y área foliar planta (m^2), respectivamente.

Cuadro 44

Área de sección transversal de tronco (ASTT), altura de plantas, N° de hojas y área foliar de plantas en macetas, de acuerdo al tratamiento de fumigación y suelo con diferentes condiciones de cultivo de palto

Tratamiento	ASTT	Altura	N° hojas	Área foliar planta
	cm ²	cm		m ²
No fumigado	0,8 a	53,9 a	43,9 a	0,20 a
Fumigado	1,1 b	63,4 a	40,8 a	0,23 a
Años con palto				
0	0,99 a	55,5 a	39,4 a	0,21 a
8	0,89 a	54,7 a	36,8 a	0,19 a
32	0,97 a	66,3 a	49,3 a	0,25 a
40	0,89 a	57,9 a	43,8 a	0,22 a
Significancia				
Fumigación (F)	*	NS	NS	NS
Edad (E)	NS	NS	NS	NS
F * E	NS	NS	NS	NS

Letras distintas en la vertical indican diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$), según prueba LSD Fisher. NS: No significativo; *: significancia, $p \leq 0,05$.

Con las experiencias realizadas, con el objetivo de disponer de un método predictivo de los problemas de replantación eficiente, basado en ensayos en macetas, se puede indicar que en manzanos debe perfeccionarse la técnica, sugiriéndose el uso de plántulas en vez de acodos, ojalá de alguna variedad o especie afín, que muestre la susceptibilidad al problema con mayor expresión que la aquí detectada. En durazneros el resultado fue más auspicioso a lo encontrado en manzanos, siendo necesario utilizar plántulas más sensibles que 'Nemaguard' como plantas indicadoras. Con la metodología aquí ensayada, sólo permitiría una apreciación y comparación general de los problemas de replantación, sin una adecuada apreciación de la magnitud de éstos.

De los resultados del ensayo de macetas en palto, donde se detectó una baja respuesta de los diferentes suelos, y contrastándolo con los impactantes resultados logrados en el ensayo en terreno con esta misma especie (Capítulo 10), así como la apreciación general de la existencia de problemas de replantación en esta especie, es posible especular que la metodología aquí aplicada, para la detección de eventuales problemas de replantación en palto, no sea apropiada con estos fines, debiendo plantearse algunas modificaciones en el futuro; entre ellas se puede indicar mayor tamaño de los contenedores, o el uso de plantas clonales, con mayor homogeneidad que la que se puede lograr con plantas recién emergidas de las semillas.

Literatura citada

Moyls, A.L.; R.P. Hocking; G.H. Nielsen and E.J. Hogue. 1994. Apple tree growth response in greenhouse pot tests using heat-treated soil versus orchard replanted trees with in situ heated soil. *Acta Horticulturae* 363: 57-64.

Neilsen, G.H.; J. Beulah; E.J. Hogue and R.S. Utkhede. 1991. Use of greenhouse seedling bioassays to predict first year growth of apple trees planted in old orchard soil. *HortScience* 26 (11): 1383-1386.

Parchomchuk, P.; G.H. Nielsen and E.J. Hogue. 1994. Apple tree growth response to N fertigation of replant soil: comparison of greenhouse pot tests and field results. *Acta Horticulturae* 363: 65-72.

Slykhuis, J.T. and S.C. Li. 1985. Response of apple seedlings to biocides and phosphate fertilizers in orchard soils in British Columbia. *Canadian Journal of Plant Pathology* 7: 294- 301.

Slykhuis, J.T. 1988. Testing orchard soils for treatments to control apple replant problems in British Columbia, Canada. *Acta Horticulturae* 233: 67- 73.