

INFORME FINAL TÉCNICO Y DE DIFUSIÓN

AGRÍCOLA PARLIER LTDA.

**DIAGNÓSTICO Y MANEJO DE LA REPLANTACIÓN EN FRUTALES:
ACCIONES NECESARIAS PARA LA SUSTENTABILIDAD FUTURA DE LA
INDUSTRIA FRUTÍCOLA**

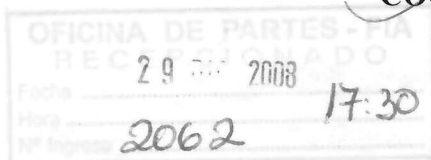
CODIGO: FIA-PI-C-2003-1-A-10

INFORME FINAL

1 junio al 31 octubre 2008

COORDINADOR PROYECTO:

Tomás Huneeus Madge



USO INTERNO FIA	
FECHA RECEPCIÓN	

TEXTO PRINCIPAL

I. RESUMEN

Para el período que se informa, el proyecto “**DIAGNÓSTICO Y MANEJO DE LA REPLANTACIÓN EN FRUTALES: ACCIONES NECESARIAS PARA LA SUSTENTABILIDAD FUTURA DE LA INDUSTRIA FRUTÍCOLA**”, ha finalizado la etapa experimental y evaluativo de las distintas unidades productivas, dando lugar a la elaboración del informe final y actividades de difusión..

Los resultados obtenidos se analizaron exhaustivamente, de manera de concluir sobre el desarrollo del tema de la replantación de frutales en Chile. Esto dio término a las publicaciones de los boletines técnicos en la página web del proyecto (www.replantación.cl). También por medio de un seminario realizado en el mes de septiembre en San Fernando, se difundieron los resultados finales del proyecto; y algunos temas específicos, como la replantación de manzanos en la Revista Frutícola, y replantación de vides en el 59º Congreso Agronómico de Chile.

II. ACTIVIDADES Y TAREAS EJECUTADAS

AÑO 2003						
Objetivo especif. N°	Act. N°	Descripción	Unidad productiva	Fecha Inicio	Fecha Término	Estado de avance (%)
1 y 2	1.1	-Tratamientos al suelo (previo al proyecto)	4	Feb. 2003	Jul. 2003	100
1 y 2	1.2	-Arranque de huerto	1 - 4	May. 2003	Mar. 2004	100
1 y 2	1.3	-Plantación en suelo (previo al proyecto)	4	Jun. 2003	Sep. 2003	100
1 y 2	1.4	-Secado de plantas	1 - 5	Ago. 2003	Ene. 2004	100
1 y 2	1.5	-Análisis de nematodos	1	Nov. 2003	Dic. 2003	100
1 y 2	1.6	-Preparación de plantas	1-2-3-5-6-7-8-9	Nov. 2003	Dic. 2003	100

AÑO 2004						
Objetivo especif. N°	Act. N°	Descripción	Unidad productiva	Fecha Inicio	Fecha Término	Estado de avance (%)
1 y 2	1.7	-Análisis nematodos	1-2-3-4-5-6-7-8-9	Abr. 2004	May. 2004	100
1 y 2	1.8	-Análisis químico	1-2-3-4-5-6-7-8-9	Abr. 2004	May. 2004	100
1 y 2	1.9	-Arranque de huerto	1-2-3-5-6-7-8-9	Mar. 2004	May. 2004	100
1 y 2	1.10	-Tratamientos de suelo	1-2-3-4-5-6-7-8-9	Mar. 2004	May. 2004	100
1 y 2	1.11	-Arranque de vides	5	Mar. 2004	Mar. 2004	100
1 y 2	1.12	-Evaluación de plantas	1-2-3-4-5-6-7-8-9	May. 2004	Jul. 2004	100
1 y 2	1.13	- Secado de plantas	2-3-5-6	Abr. 2004	May. 2004	100
1 y 2	1.14	-Plantación en suelo	1-2-3-4-5-6-7-8-9	Jun. 2004	Jul. 2004	100
1 y 2	1.15	-Preparación de plantas	1-2-3-4-5-6-7-8-9	Ene. 2004	Dic. 2004	100
3	3.1	-Colección de suelos	1-2-7	Mar. 2004	Abr. 2004	100
3	3.2	-Preparación de plántulas	1-2-7	Jun. 2004	Jul. 2004	100
3	3.3	-Tratamientos en macetas	1-2-7	Abr. 2004	May. 2004	100
3	3.4	-Plantación en macetas	1-2-7	Sep. 2004	Oct. 2004	100
4	4.1	-Creación de página		Mar. 2004	Jul. 2004	100
4	4.2	-Creación de base de datos		Mar. 2004	May. 2004	100
4	4.3	-Día de campo	4	Abr. 2004	Jun. 2004	100
4	4.4	-Publicación de ensayos ya realizados		Jul. 2004	Ago. 2004	100
4	4.5	-Información de ensayos ya realizados		Jul. 2004	Ago. 2004	100

4	4.6	-Congreso Agronómico	4	Oct. 2004	Nov.2004	100
---	-----	----------------------	---	-----------	----------	-----

AÑO 2005						
Objetivo especif. Nº	Act. Nº	Descripción	Unidad productiva	Fecha Inicio	Fecha Término	Estado de avance (%)
1 y 2	1.16	-Análisis nematodos	1-2-3-4-5-6-7-8-9	Abr. 2005	Jun. 2005	100
1 y 2	1.17	-Evaluación de plantas	1-2-3-4-5-6-7-8-9	Abr. 2005	Jul. 2005	100
1 y 2	1.18	-Plantación en suelo	1-2-3-4-5-6-7-8-9	Jun. 2005	Jul. 2005	100
1 y 2	1.19	-Preparación de plantas	1-2-3-4-5-6-7-8-9	Ene. 2005	Dic. 2005	100
3	3.5	-Evaluación de macetas	1-2-7	Nov. 2004	Mar. 2005	100
3	3.6	-Colección de suelos	1-2-7	Mar. 2005	Abr. 2005	100
3	3.7	-Análisis químico	1-2-7	Jun. 2005	Jul. 2005	100
3	3.8	-Preparación de plántulas	1-2-7	Jun. 2005	Jul. 2005	100
3	3.9	-Tratamientos en macetas	1-2-7	Jul. 2005	Ago. 2005	100
3	3.10	-Plantación en macetas	1-2-7	Sep. 2005	Oct. 2005	100
4	4.7	-Día de campo	5-6-9	Abr. 2005	Jun.2005	100
4	4.8	-Publicación de ensayos ya realizados		Ene. 2005	Oct. 2005	100
4	4.9	-Información de ensayos ya realizados		Ene. 2005	Oct. 2005	100
4	4.10	-Congreso Agronómico		Oct. 2005	Nov. 2005	100

Año 2006						
Objetivo especif. Nº	Act. Nº	Descripción	Unidad productiva	Fecha Inicio	Fecha Término	Estado de avance (%)
1 y 2	1.20	-Análisis nematodos	1-2-3-4-5-6-7-8-9	Mar.2006	Abr.2006	100
1 y 2	1.21	-Evaluación de plantas	1-2-3-4-5-6-7-8-9	May.2006	Abr.2006	100
1 y 2	1.22	-Plantación en suelo	1-2-3-4-5-6-7-8-9	Jun.2006	Jul.2006	100
1 y 2	1.23	-Preparación de plantas	1-2-3-4-5-6-7-8-9	Ene.2006	Dic.2006	100
3	3.11	-Evaluación de macetas	1-2-7	Ene.2006	Feb.2006	100
3	3.12	-Colección de suelos	1-2-7	Mar.2006	Abr.2006	100

3	3.13	-Análisis químico	1-2-7	Jun.2006	Jul.2006	100
3	3.14	-Preparación de plántulas	1-2-7	Jun.2006	Jul.2006	100
3	3.15	-Tratamientos en macetas	1-2-7	Jul.2006	Ago.2006	100
3	3.16	-Plantación en macetas	1-2-7	Sep.2006	Oct.2006	100
4	4.11	-Día de campo	2-3-6-8	Abr.2006	Jun.2006	100
4	4.12	-Publicación de ensayos ya realizados		Ene.2006	Oct.2006	100
4	4.13	-Información de ensayos ya realizados		Ene.2006	Oct.2006	100
4	4.14	-Congreso Agronómico		Oct.2006	Nov.2006	100

Año	2007					
Objetivo especif. N°	Act N°	Descripción	Unidad productiva	Fecha Inicio	Fecha Término	Estado de avance (%)
1 y 2	1.24	-Análisis nematodos	1-2-3-4-5-6-7-8-9	Mar.2007	Abr.2007	100
1 y 2	1.25	-Evaluación de plantas	1-2-3-4-5-6-7-8-9	May.2006	Jul.2007	100
1 y 2	1.26	-Plantación en suelo	1-2-3-4-5-6-7-8-9	Jun.2007	Jul.2007	100
1 y 2	1.27	-Preparación de plantas	1-2-3-4-5-6-7-8-9	Ene.2007	Dic.2007	100
3	3.17	-Evaluación de macetas	1-2-7	Ene.2007	Feb.2007	90
3	3.18	-Colección de suelos	1-2-7	Mar.2007	Abr.2007	100
3	3.19	-Análisis químico	1-2-7	Jun.2007	Jul. 2007	100
3	3.20	-Preparación de plántulas	1-2-7	Jun.2007	Jul. 2007	90
3	3.21	-Tratamientos en macetas	1-2-7	Jul.2007	Ago.2007	100
3	3.22	-Plantación en macetas	1-2-7	Jun.2007	Jul. 2007	100
4	4.15	-Día de campo	1-2-3-7-9	Abr.2007	Jun.2007	100
4	4.16	-Publicación de ensayos ya realizados		Ene.2007	Oct.2007	100
4	4.17	-Información de ensayos ya realizados		Ene.2007	Oct.2007	100
4	4.18	-Congreso Agronómico		Oct.2007	Nov.2007	100

Año 2008						
Objetivo especif. N°	Act N°	Descripción	Unidad productiva	Fecha Inicio	Fecha Término	Estado de avance (%)
1 y 2	1.28	-Análisis de nematodos	1-2-3-4-5-6-7-8-9	Mar.2008	Abr.2008	100
1 y 2	1.29	-Evaluación de plantas	1-2-3-4-5-6-7-8-9	May.2008	Jul.2008	100
3	3.23	-Evaluación de macetas	1-2-7	Ene.2008	Jul.2008	90
4	4.19	-Día de campo	5-7-8	Abr.2008	Jun. 2008	100
4	4.20	-Publicación de ensayos ya realizados		Ene.2008	Oct.2008	100
4	4.21	-Información de ensayos ya realizados		Ene.2008	Oct.2008	100

ANÁLISIS DE BRECHA (COMPARATIVO)

Año	2008					
Objetivo especif. N°	Act N°	Descripción	Unidad productiva	Fecha Inicio	Fecha Término	Estado de avance (%)
1 y 2	1.28	-Análisis de nematodos	1-2-3-4-5-6- 7-8-9	Mar.2008	Abr.2008	100
1 y 2	1.29	-Evaluación de plantas	1-2-3-4-5-6- 7-8-9	May.2008	Jul.2008	100
3	3.23	-Evaluación de macetas	1-2-7	Ene.2008	Jul.2008	100
4	4.19	-Día de campo	5-7-8	Abr.2008	Jun. 2008	100
4	4.20	-Publicación de ensayos ya realizados		Ene.2008	Oct.2008	100
4	4.21	-Información de ensayos ya realizados		Ene.2008	Oct.2008	100

III. METODOLOGÍA

Actividad N° 1.29. Evaluación de plantas

Al finalizar la etapa evaluativo del proyecto, en todos los ensayos el crecimiento vegetativo alcanzado por las plantas durante la presente temporada, en los distintos tratamientos, se determinó a través del incremento en área de sección transversal de tronco (ASTT), expresado en cm^2 , calculado a partir del diámetro de tronco de éste. Para determinar si las diferencias eran estadísticamente significativas, se utilizó análisis de varianza y la prueba de LSD (5%).

Actividad N° 4.10. Congreso Agronómico

En el 59° Congreso Agronómico de Chile y 9ª Congreso de la Sociedad Chilena de Fruticultura, realizado en la ciudad de La Serena, IV Región de Chile, entre los días 7 y 10 de octubre de 2008, se presentó el trabajo en póster denominado “Comportamiento vegetativo de 9 portainjertos de vid bajo condiciones de replantación”, de los autores Gabino Reginato M; Karen Mesa J. y Claudio Córdova Canales (Anexo 1)

Actividad N° 4.19. Día de campo

Durante el periodo que se informa se realizó una charla técnica final del proyecto Replantación de Frutales, en la ciudad de San Fernando, el día 9 de septiembre, con el objetivo de dar a conocer los resultados finales hasta entonces obtenidos y analizados, al público asistente.

Actividad N° 4.20. Publicación de ensayos ya realizados

Para este período que se informa, se ha puesto a disposición a la red de informantes de la página web del proyecto, www.replantacion.cl, de los artículos desarrollados durante este período, tales como la charla técnica final del proyecto Replantación de Frutales (ver anexo); el artículo publicado en la Revista Frutícola, Copefrut S.A. “Replantación de huertos de manzanos” (ver anexo), y la presentación del trabajo en póster en el 59° Congreso Agronómico de Chile.

Actividad N° 4.21. Información de ensayos ya realizados

Mediante la Red de Informantes Calificados, desarrollada en periodos anteriores, se informó de las publicaciones desarrolladas durante el periodo en el sitio web del proyecto. Además, se han respondido las consultas formuladas por los usuarios del sitio web del proyecto.

IV. RESULTADOS

Resultados esperados por actividad						
Obj. Esp. Nº	Act. Nº	Resultado	Indicador	U. prod.	Meta	
					Prog	Ejec
1 y 2	1.28	-Análisis nematodos	Análisis nematológico	1	7	7
				2	6	6
				3	4	4
				4	2	2
				5	4	4
				6	2	2
				7	2	2
				8	4	4
				9	4	4
1 y 2	1.29	-Evaluación de plantas	Plantas evaluadas	1	234	234
				2	360	360
				3	248	248
				4	12	12
				5	12	12
				6	12	12
				7	84	84
				8	24	12
				9	168	168
4	4.19	-Día de campo	Día de campo	5	1	1
				7	1	1
				8	1	1
4	4.20	-Publicación de ensayos ya realizados	Actualización Pag. WEB		2	2
4	4.21	-Información de ensayos ya realizados	Correo electrónico		2	2

Actividad Nº 1.29. Evaluación de plantas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN ENSAYOS PROYECTO REPLANTACIÓN DE FRUTALES

A continuación se presentaran los resultados de cinco años de investigación para las distintas especies evaluadas en las diferentes zonas de estudios del proyecto. Para que ésta presentación sea agradable, se darán a conocer por especie y unidad productiva, de acuerdo también a la metodología del ensayo, esto es: 1) la replantación y el efecto del tiempo de espera, correspondiente a las plantaciones sucesivas, y 2) la utilización de portainjertos en la replantación de frutales. Además, los ensayos que surgieron durante el desarrollo del proyecto, por el interés y cooperación de terceros, que eran divulgados en el ítem VIII. Otros aspectos de interés, se presentaran dentro de esta actividad.

1. Especie: MANZANO

1.1. Replantación de frutales y efecto del tiempo de espera

Metodología

En tres localidades productoras de manzano: Paine (UP 2), Curicó (UP 8) y Talca (UP 9) se realizaron ensayos para determinar la magnitud de los problemas de replantación y el efecto del tiempo de espera previo a la plantación. Los aspectos importantes de la metodología utilizada correspondieron a que posterior a la cosecha del año 2004, se arrancaron árboles adultos. Se eligieron parcelas, de aproximadamente 10 m², sobre las que se aplicaron posteriormente los tratamientos al suelo. Para determinar el efecto del tiempo de espera, otras idénticas parcelas fueron dejadas por uno, dos y tres años a la espera de realizar la plantación.

Para las unidades que presentaron las dos metodologías de ensayo, esto es, evaluación de portainjertos y tiempo de espera, se recurrió a la empresa TRICAL (agente asociado al proyecto) para el aporte de producto y la aplicación de éste. El producto utilizado fue Triform cuyo ingrediente activo es 1,3 dicloropropeno; este producto debe ser localizado en el suelo a una profundidad de 40 a 50 cm, para ello en algunas unidades productivas se utilizó un implemento para el tractor, consistente de 5 subsoladores, que poseen un sistema de inyección del producto. En otras unidades se utilizó un sistema de inyección con agujas móviles.

Los tratamientos para la plantación del primer año (sin tiempo de espera) correspondieron: 1) Fumigación con bromuro de metilo (97 g/m²); 2) Aplicación de Manzate (37,5 g/planta) + fosfato mono amónico (MAP, 373 g/planta) y 3) Testigo; al segundo año de plantación a estos tratamientos se sumó un cuarto tratamiento, Secado de plantas, que consistió en el corte de la planta adulta y aplicación de un herbicida sistémico al inicio del ensayo, con el arranque de los tocones posteriormente, previo a la plantación de cada año.

En cada año y parcela se plantaron seis plantas de la variedad "Granny Smith" sobre patrón MM 106. Al momento de la plantación se evaluó el peso y diámetro de tronco. Al final de la temporada de crecimiento, se evaluó como medida de crecimiento vegetativo el

diámetro de tronco, para posteriormente calcular el área sección transversal de tronco (ASTT). En Paine y La Alborada, existieron dos plantaciones con tiempo de espera (años 2005 y 2006), mientras que en Talca existió una tercera plantación. Además, en Paine las evaluaciones se realizaron hasta la tercera temporada, puesto que el huerto fue posteriormente arrancado, en tanto que, en La alborada y San Agustín de Aurora, las evaluaciones se realizaron hasta la cuarta temporada de crecimiento (2007-2008).

RESULTADOS

En las figuras 1; 2 y 3, se presentan los crecimientos finales para cada una de las localidades evaluadas. Una primera observación que se puede hacer, es que independiente de los tratamientos, las unidades productivas presentan distintas magnitudes de crecimiento, siendo de mayor a menor crecimiento, las unidades de Univiveros (Paine, RM), La Alborada (Curicó, VII Región) y San Agustín de Aurora (Talca, VII Región). En Paine, las diferencias de crecimientos, aún en la tercera temporada de crecimiento eran evidentes, incluso para los tratamientos con tiempo de espera, mientras que para Los Niches, sólo se manifiestan para la plantación sin años de espera y en menor grado con 2 años de espera; en tanto que para San Agustín de Aurora, no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

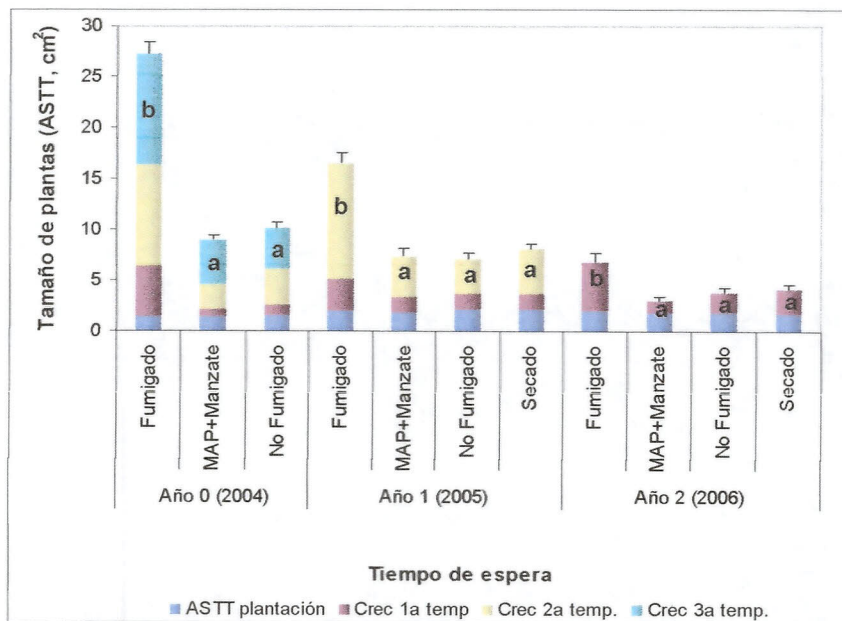


Figura 1. Tamaño de plantas de manzano al final de la tercera temporada de crecimiento, en condiciones de replantación, sobre distintos tratamientos de fumigación al suelo, localidad de Paine (Univiveros). Letras distintas, dentro de las series, indican diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$).

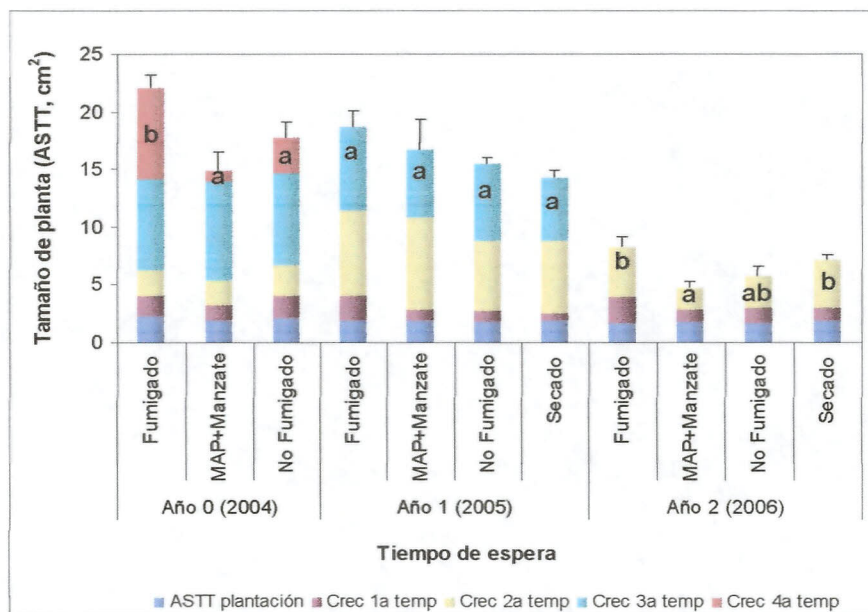


Figura 2. Tamaño de plantas de manzano al final de la cuarta temporada de crecimiento, bajo condiciones de replantación para distintos tratamientos de fumigación al suelo, localidad Los Niches (Fundo La Alborada). Letras distintas, dentro de las series, indican diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$).

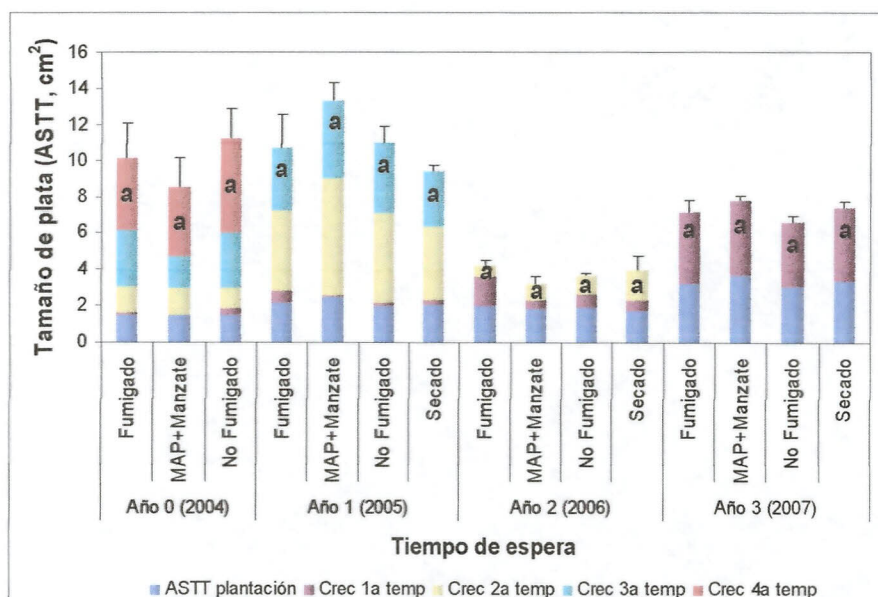


Figura 3. Tamaño de plantas de manzano al final de la cuarta temporada de crecimiento, en condiciones de replantación, sobre distintos tratamientos de fumigación al suelo, localidad San Agustín de Aurora. Letras distintas, dentro de las series, indican diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$).

Otra forma de evidenciar los resultados es cuantificando la relación de crecimiento entre el tratamiento de fumigación y los otros tratamientos al suelo (Cuadro 1). De acuerdo a esto, no todas las unidades tienen el mismo comportamiento. Paine presentó mayor grado de aflicción al problema de replantación; la relación del crecimiento (incremento de área sección transversal de tronco) entre los tratamientos de suelo fumigado y testigo (suelo sin fumigar), fue de 4,8 para 0 año de espera, indicador de un severo problema de replantación; que disminuye a 2,8 y 2,7 para 1 y 2 años de espera, indicando aún problemas de replantación. En las temporadas siguientes a la plantación, el tratamiento fumigado continúa diferenciándose de los otros tratamientos al suelo. Estos resultados indican que la efectividad de la fumigación al primer año se mantendrá al menos por un año más, entregándole una mayor precocidad al huerto, lo que sería fundamental para amortizar la mayor inversión por fumigación de suelo. Respecto de los tratamientos de MAP+Manzate y secado de plantas, éstos no logran diferenciarse estadísticamente del tratamiento testigo.

En Los Niches y Talca se presentaron situaciones distintas a las de Paine (Cuadro 1). En Los Niches los tratamientos no se diferenciaron al plantar inmediatamente, durante las primeras tres temporadas, no obstante, en la cuarta temporada de evaluación se presentaron diferencias significativas antes no observadas. Sin embargo, con 1 año de espera, se manifestaron diferencias significativas sólo la primera temporada, y diferencias numéricas la segunda y tercera, con relaciones entre los tratamientos de fumigado: no fumigado de 2,4; 1,2 y 1,1, respectivamente, indicando que el problema de replantación de la primera temporada tiende a desaparecer, reduciéndose a un nivel mínimo; con 2 años de espera, se presentaron diferencias estadísticas las dos temporadas evaluadas.

En Talca, con 1 y 2 años de espera, la fumigación se diferenció significativamente de los otros tratamientos; lo que no ocurrió con 0 año de espera. Esta 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 aún cuando el huerto pre-existente haya ocupado toda la superficie, quedarían sectores donde los problemas de replantación serían menores o inexistentes.

En relación al tiempo de espera, sólo se detectó una superación del problema después de 3 años, lo que se pudo apreciar en Talca en la primera temporada de evaluación de esa plantación. Sin embargo, es necesario destacar que en algunas de las otras situaciones el problema se manifestó recién a la segunda temporada de plantado el huerto (Los Niches, Curicó), de manera que, la disminución del problema del replante podría ser observada luego de 4 años de espera. Esta situación también se puede esperar para Paine, donde con 1 y 2 años de espera, aun se presentan graves problemas de replantación.

Respecto del “acostumbramiento” que tendría la planta luego de permanecer por algún tiempo en el huerto replantado, generalmente, éste se aprecia en todas las situaciones en forma importante entre el primer y segundo año de plantado, con algunas excepciones. Sin embargo, es necesario destacar que la planta, aun varios años después de plantada, sigue mostrando su crecimiento anual afectado por el problema de replantación, dando muestras de la persistencia del problema.

En cuanto a otras prácticas de manejo evaluadas, secado de los árboles o la aplicación de MAP más Manzate, ninguna presentó efectos tan evidentes como con la fumigación, que aunque no siempre significativo estadísticamente, siempre fue superior al

testigo. El secado del árbol, sólo fue significativo y similar a la fumigación en Los Niches con 2 años de espera. La aplicación de MAP más Manzate siempre fue similar al testigo.

El análisis de pH del suelo indicó diferencias claras entre los suelos de la zona central y los de la VII región; pH 8,0 en Paine; 5,8 en Curico y 5,7 en Talca. De acuerdo a la literatura, las diferencias en este parámetro podrían estar vinculadas a la magnitud del problema de replantación.

Cuadro 1. Relación de crecimiento entre tratamiento fumigado y otros tratamientos al suelo, para cada temporada evaluada, de acuerdo al tiempo de espera y para las distintas localidades del ensayo.

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

1.2 Evaluación de la fumigación y tipo de planta utilizada

En Quinta de tilcoco (UP, Frutal) se instauró un ensayo que se inició durante el segundo año de desarrollo del proyecto. En esta unidad se hizo una replantación de un huerto de manzanos, donde se aplicó comercialmente una fumigación del suelo, con el producto comercial del agente asociado al proyecto, Trical, aprovechando ésta situación se dejó una zona sin fumigar para determinar la efectividad de este fumigante. Adicionalmente se evaluó el tipo de plantas utilizadas en la replantación, plantas nuevas de vivero y plantas adultas transplantadas.

Al momento de la plantación se evaluó el peso y diámetro de tronco. Al final de la temporada de crecimiento, se evaluó como medida de crecimiento vegetativo el diámetro de tronco, para posteriormente calcular el área sección transversal de tronco (ASTT), expresada en cm^2 .

RESULTADOS

El crecimiento luego de tres temporadas de evaluación para plantas nuevas y adultas transplantadas se presenta en la Figura 4. La magnitud del crecimiento para ambos tipos de plantas en promedio son similares, 28 y 25 cm^2 de ASTT, respectivamente. Diferencias estadísticas significativas solo fueron encontradas en plantas nuevas para la primera temporada de crecimiento, con una relación de crecimiento entre el tratamiento de fumigación: no fumigado de 1,2; sin embargo, este valor es indicador de un problema leve o menor de replantación. Durante las dos temporadas siguientes de evaluación solo se presentaron diferencias numéricas. En el caso de plantas adultas transplantadas, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para ninguna de las temporadas evaluadas.

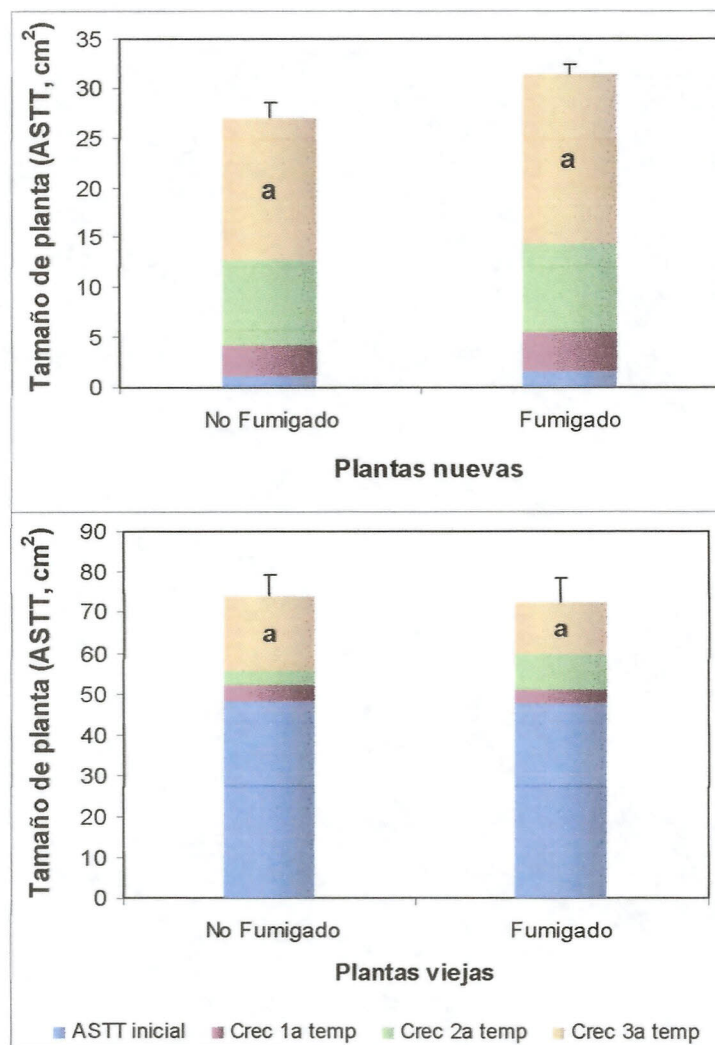


Figura 4. Tamaño de plantas de manzano, al final de tres temporadas de crecimiento, en condiciones de replantación sobre suelo fumigado y testigo, para plantas nuevas (superior) y adultas transplantadas (inferior) (Localidad de Quinta de Tilcoco, VI Región). Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$).

1.3. Utilización de portainjertos en la replantación de frutales

Metodología

En tres unidades productivas del proyecto de Replantación de frutales, Paine (UP 2, Univiveros), Quinta de Tilcoco (UP 5, Frutal) y Talca (UP 9, San Agustín de Aurora), a fin de la temporada 2003-2004, se arrancaron huertos adultos de manzanos de las distintas unidades, para luego seleccionar una parcela, la que fue seccionada en dos partes, un sector se fumigó (sin problemas de replantación) y otro fue dejado como testigo (sin fumigar), con el objetivo de evaluar la adaptabilidad de los portainjertos en condiciones de replante. En Paine, la plantación anterior correspondió a un huerto experimental de 6 años, de "Scarlet" sobre patrones: M 9, Pajam 2, M 26, M 7, M 4, MM 106 y MM 111. En Quinta de Tilcoco,

la plantación anterior correspondió a un huerto de 25 años de "Red King Oregon"/Franco; mientras que en Talca, la plantación anterior correspondió a un huerto de 25 años, "Top Red"/Franco.

La fumigación en Paine se realizó el 4 de octubre 2004, utilizando el producto comercial Triform (i.a. 1,3 dicloropropeno), a una dosis de 300 L/ha, inyectado a 40 cm de profundidad. En Quinta de Tilcoco y Talca, la fumigación se realizó utilizando bombonas de bromuro de metilo (97 g/m^2), cubriendo con polietileno la superficie tratada. En Paine y Talca se plantaron 6 plantas terminadas de la variedad 'Granny Smith', injertadas sobre diferentes patrones, mientras que en Quinta de Tilcoco se utilizaron 4 plantas por combinación. Los portainjertos utilizados fueron: MM 106; M 7; M 26; M 9; Bud 118 y Pajam 2.

Al momento de la plantación se evaluó el peso y diámetro de tronco. Al final de la cada temporada de crecimiento, se evaluó como medida de crecimiento vegetativo el diámetro de tronco, para posteriormente calcular el área sección transversal de tronco (ASTT); además, en la primera temporada de crecimiento se evaluó adicionalmente el largo de los brotes y el número de hojas, esto como parte de una tesis de pregrado realizada por una alumna de la Universidad de Chile (ver anexo).

RESULTADOS

Los análisis de las evaluaciones del primer año de crecimiento de los ensayos, indicaron sobre las variables de desarrollo vegetativo, que no existió una interacción entre patrón y tratamiento de suelo, para el incremento de ASTT y el n° de hojas en la unidad de Paine, y del n° de hojas y largo de brotes en las unidades de Quinta de Tilcoco y Talca (datos no mostrados); observándose diferencias debido a los patrones y el tratamiento de fumigación, lo cual indica, al menos con estas variables, que existió sensibilidad al problema de replantación de todos los patrones, dado el estímulo en el crecimiento logrado con las aplicaciones de 1,3-dicloropropeno (Paine) y Bromuro de Metilo (Quinta de Tilcoco y Talca).

El crecimiento de plantas, en términos del número de hojas, fue significativamente diferente entre los tratamientos de suelo fumigado y testigo (suelo sin fumigar), para las unidades de Paine y Quinta de Tilcoco, existiendo, por lo tanto, problemas de replantación. En Talca no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos al suelo. En Paine, las plantas presentaron un mayor número de hojas que en las restantes, tanto en el sector fumigado como el testigo (Cuadro 2).

Al observar el crecimiento alcanzado por los distintos patrones, En Paine el patrón M 7 logra el mayor crecimiento, seguido por Budagowsky 118 y MM 106; en tanto que, en Quinta de Tilcoco y Talca es el patrón Budagowsky 118 el de mayor crecimiento, seguidos ambos por el patrón M 7. Ferree y Carlson (1987), consideran al patrón M 7 como uno de los patrones más adaptados a los distintos tipos de suelos y clima, además 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).

Cuadro 2. Incremento en el número de hojas para los distintos patrones y condiciones del suelo en las localidades de Paine, Quinta de Tilcoco y Talca.

Tratamiento/Patrón	Nº hojas		
	Paine	Qta. de Tilcoco	Talca
No Fumigado	450,4 a	301,7 a	322,0 a
Fumigado	564,6 b	424,7 b	343,0 a
M 26	429,1 a	344,0 ab	295,5 a
M 9	449,5 ab	341,6 ab	340,3 ab
P 2	436,5 ab	322,4 a	322,4 a
MM 106	502,9 bc	342,3 ab	311,6 a
B 118	565,3 c	417,8 c	384,9 b
M 7	661,6 d	410,9 bc	340,9 ab

Letras distintas en la vertical indican diferencias estadísticas significativas, $p \leq 0,05$.

Después de cuatro temporadas de crecimiento, el crecimiento vegetativo anual en las distintas unidades, mostró diferencias estadísticas significativas. En Paine, el huerto fue arrancado el año 2007, mientras que en Quinta de Tilcoco, se arranco después de la primera temporada. En todas las unidades el tratamiento de fumigación fue superior al tratamiento testigo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tamaño de plantas de manzano, expresado como ASTT (cm^2), bajo diferentes condiciones de fumigación de suelo, para diferentes huertos y años.

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	No Fumigado	2,79 a			
	Fumigado	3,46 b			

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

La primera temporada de crecimiento, los portainjertos utilizados presentaron diferencias estadísticas significativas de crecimiento (ASTT, cm^2) para las localidades de Paine y Quinta de Tilcoco; en ambas, el mayor crecimiento fue para el portainjerto Budagowsky 118 y el menor crecimiento para el portainjerto M 9. En Talca, diferencias significativas solo se presentaron la segunda temporada de crecimiento, donde los portainjertos presentaron un comportamiento similar al de las otras localidades. Si bien en Quinta de Tilcoco se evaluó una temporada, en Talca y Paine, después de tres temporadas

de crecimiento los portainjertos no presentaron diferencias de crecimiento significativas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Crecimiento anual de plantas, expresado en ASTT (cm²), para los distintos portainjertos utilizados y unidades productivas del ensayo.

Localidad	Portainjerto	Crecimiento anual de plantas (ASTT, cm ²)			
		2005	2006	2007	2008
Paine	M 9	0,87 a	5,13 a	7,42 a	
	M 26	0,94 ab	5,64 a	7,28 a	
	Pajam 2	1,34 abc	4,48 a	8,41 a	
	MM 106	1,52 bc	4,39 a	6,08 a	
	M 7	1,75 c	4,07 a	7,70 a	
	Bud 118	1,77 c	5,30 a	7,57 a	
Qta. de Tilcoco	M 9	0,39 a			
	M 26	0,56 a			
	Pajam 2	0,66 a			
	MM 106	0,94 ab			
	M 7	0,63 a			
	Bud 118	1,49 b			
Talca	M 9	0,24 a	1,66 a	6,34 a	2,80 a
	M 26	0,25 a	2,27 ab	6,59 a	3,59 a
	Pajam 2	0,41 a	1,73 ab	6,41 a	2,53 a
	MM 106	0,30 a	2,60 ab	6,43 a	3,04 a
	M 7	0,28 a	1,60 a	7,80 a	2,90 a
	Bud 118	0,36 a	2,70 b	5,34 a	3,69 a

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

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, y MM 106 y Bud 118 los menos afectados (relaciones menores a 2). En la segunda temporada de evaluación estas relaciones disminuyeron para todos los portainjertos, sin embargo, el portainjerto M 7 presentaba una relación de 2,7, considerándose aún un problema grave de replantación. La última temporada de evaluación, los portainjertos 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. En este caso, 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.

Para la localidad de Talca, la relación de crecimiento fumigado: no fumigado fluctuó entre 0,9 y 4,1 para la primera temporada; siendo M 9 y MM 106 los portainjertos más afectados (relaciones mayores a 2,5), con valores de 4,1 y 2,9, respectivamente; sin embargo, para las siguientes tres temporadas evaluadas estas relaciones disminuyeron a valores de 1,4 y 1,3, respectivamente, lo que indicaría problemas medios de replantación aún en la cuarta temporada. El portainjerto Budagowsky 118 presentó una relación de 1,6 para la primera temporada de crecimiento, valor que disminuyó a 1,1, a la cuarta temporada de evaluación. Con respecto a los portainjertos M 7, M 26 y Pajam 2, se comportaron como portainjertos insensibles al problema de replantación bajo estas condiciones, al presentar valores cercanos o menores a 1.

En la Figura 5, se presenta el tamaño final de planta alcanzado para los distintos portainjertos, de acuerdo a los tratamientos al suelo, fumigado y no fumigado. Los diferentes valores de tamaño (ASTT, cm²), hacen inferencia a las temporadas de evaluación de las distintas unidades productivas del ensayo. En las tres unidades productivas, se presentan diferencias estadísticas significativas para algunos de los portainjertos ($p\text{-valor} \leq 0,05$); no obstante, si no existen éstas diferencias estadísticas las hay numéricas, indicando que el tratamiento de fumigación fue superior al de no fumigar.

De estos ensayos se pueden inferir diferentes implicaciones prácticas. La más importante es que la tolerancia del portainjerto es dependiente de la condición particular, lo que significa que un determinado portainjerto no será siempre resistente, sino su tolerancia dependerá del suelo en cuestión. La segunda es que existen diferencias notables en los problemas de replantación entre zonas, lo que implica que no se pueden hacer generalizaciones a partir de experiencias previas. La tercera 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, aún el crecimiento en el cuarto año sigue siendo afectado en aquellos patrones que se mostraron sensibles en esa condición. En cuarto lugar, 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.

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.

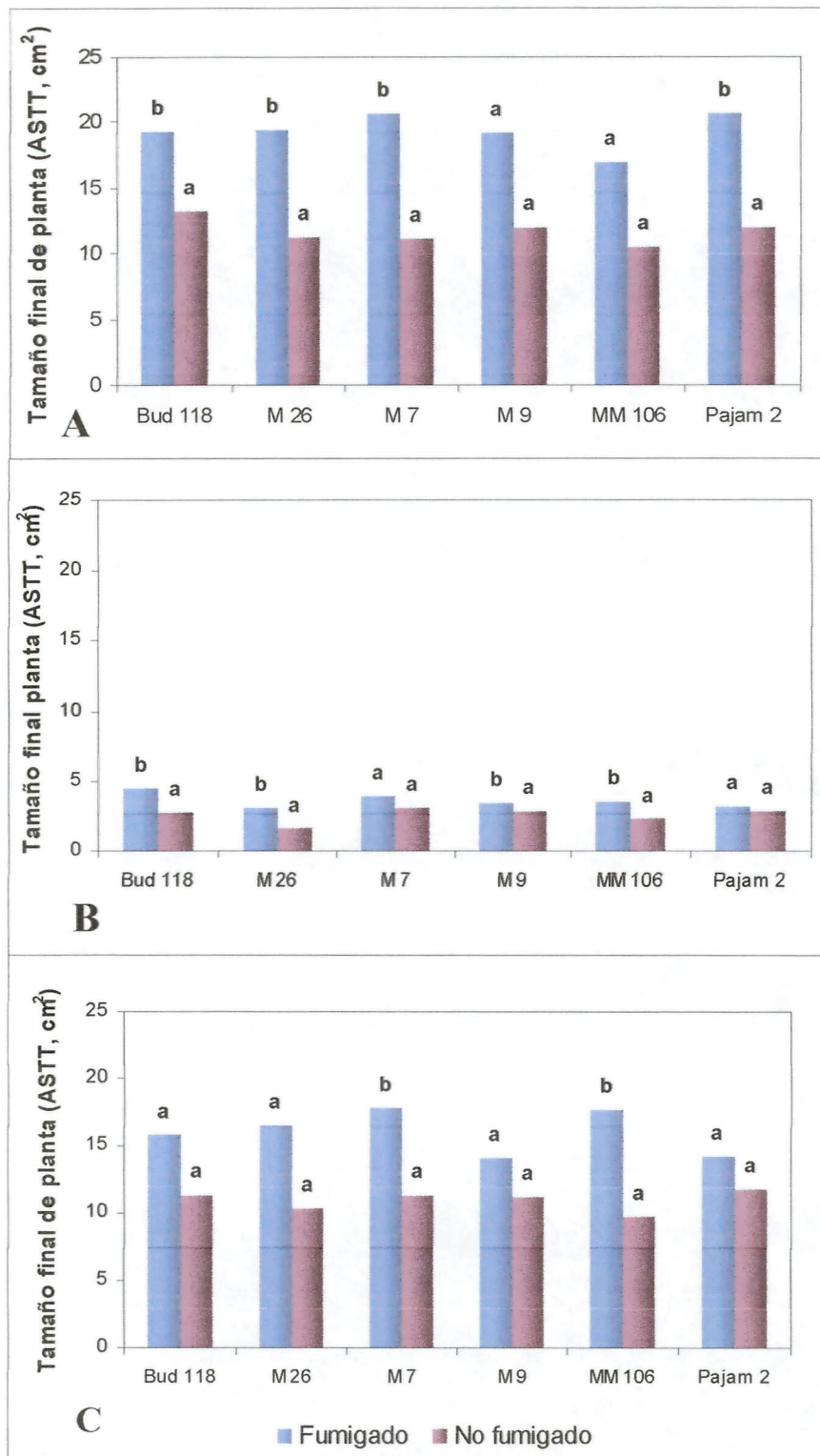


Figura 5. Crecimiento final de plantas de manzano (ASTT, cm²), descrito para los distintos portainjertos y tratamientos de suelo fumigado y no fumigado, para las localidades de Paine (A), Quinta de Tilcoco (B) y Talca (C).

2. Especie: PERAL

2.1. Replantación de frutales

Metodología

Durante la temporada 2004-2005, en un huerto adulto de perales, en el fundo Santa Marta, ubicado en la localidad de Quinta de Tilcoco (UP 5), VI región, se estableció un ensayo con el objetivo de evaluar el efecto de la fumigación con Bromuro de Metilo o la aplicación del compost, al hoyo de plantación, en el crecimiento de plantas de vivero intercaladas en un huerto adulto perales. Para eso en el mes de junio del 2004, se plantaron perales 'Packam's/Winter nelis', provenientes de vivero, en el espacio que se origina en la sobrehilera, entre plantas adultas de menor desarrollo. El huerto está plantado a 5 x 5 m. Los hoyos de plantación fueron de 80 x 80 x 80 cm (ancho, largo y profundidad).

Se realizaron cuatro tratamientos, cada uno con cinco repeticiones de un árbol, siendo asignadas en cuatro bloques, el que corresponde a una hilera. Los tratamientos correspondieron a:

- Suelo fumigado con bromuro de metilo (97 g/m^2).
- Suelo fumigado con bromuro de metilo (97 g/m^2) más compost (10 kg/hoyo).
- Suelo no fumigado más compost (10 kg/hoyo).
- Suelo no fumigado.

La fumigación con bromuro de metilo se efectuó 30 días antes del establecimiento de las plantas. En el momento de establecer las plantas, en cuyo tratamiento se incorporó compost, éste se agregó en cantidades de 10 kg/hoyo, al momento de plantación, donde primero se puso suelo, luego compost y luego suelo, de manera que el compost quedase en contacto con la zona de raíces de la planta establecida.

Las evaluaciones correspondientes a la primera temporada de crecimiento se realizaron gracias al trabajo de memoria de una memorante de Agronomía de la Universidad de Chile. Estas correspondieron a la medición de la longitud de los brotes y el número de hojas de las plantas de los distintos tratamientos, periódicamente.

Desde septiembre del 2004, cada quince días se midió la longitud de los brotes y el número de hojas de cada uno de éstos. Al final de la cada temporada de crecimiento, se evaluó como medida de crecimiento vegetativo el diámetro de tronco, para posteriormente calcular el área sección transversal de tronco (ASTT), expresada en cm^2 .

RESULTADOS

El crecimiento expresado como el largo de brotes y número de hojas, se observa en la Figura 6. El largo final de brotes de la primera temporada mostró que el tratamiento de fumigación fue superior en un 40% con respecto a la condición de no fumigación. La adición de compost no tuvo el efecto esperado, presentando un crecimiento menor al del testigo. Cabe mencionar que, en este caso, el testigo correspondió a un suelo que se

encontraba en la entrehilera del huerto, por lo que, presumiblemente, el problema que éste pudo haber presentado debiera haber sido menor al problema potencial de replantación del huerto. Para la variable de número de hojas, los mayores valores alcanzan más de 300 hojas al final de la temporada, correspondiente al tratamiento de fumigación y fumigación más compost, en relación al tratamiento de compost, donde solo se contabilizaron cerca de 150 hojas diferenciándose estadísticamente entre estos tratamientos.

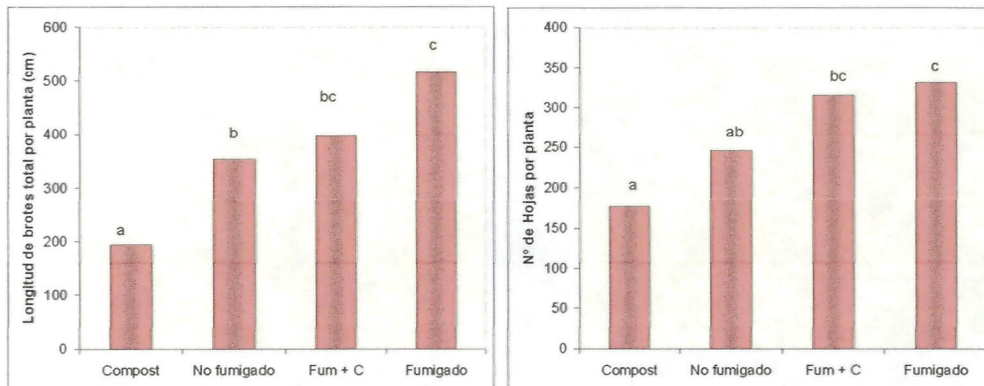


Figura 6. Longitud de brotes y número de hojas, evaluados al final del periodo de crecimiento (07/02/05), para distintos tratamientos del ensayo. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$).

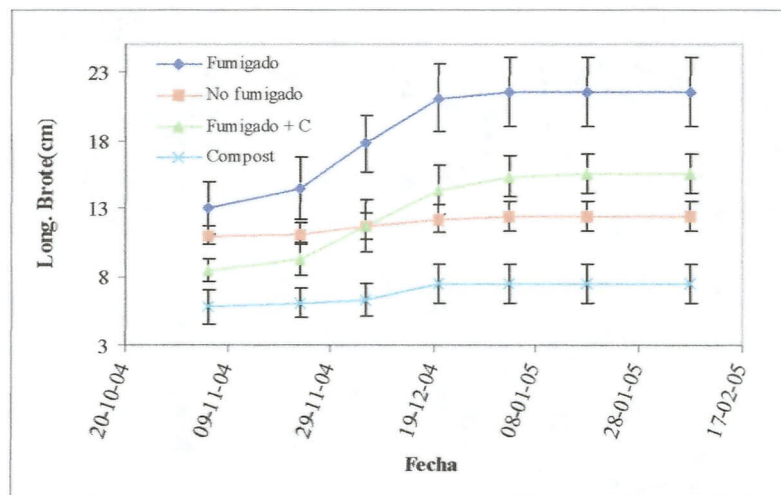


Figura 7. Evolución en la longitud de brotes durante la primera temporada de crecimiento, para los diferentes tratamientos de suelo.

Al observar el comportamiento del crecimiento de los brotes durante la primera temporada queda de manifiesto que los mejores resultados son para aquellos tratamientos donde se fumigó. Sin embargo, la adición de compost no favoreció la longitud de brotes, como se hubiese esperado durante la primera temporada de crecimiento. En la evolución de la longitud de brotes, se observa que los tratamientos que consideran la fumigación del

suelo, presentan mayores tasas de crecimiento, a partir de noviembre, respecto de los otros tratamientos, además este incremento se estabiliza a principios de diciembre, un mes más tarde que los tratamientos que no incluyeron fumigación (Figura 7).

Durante el primer año de crecimiento y las siguientes tres temporadas de evaluación el tratamiento de fumigación se diferenció estadísticamente de los otros tratamientos al suelo para la superación del problema de replante (Cuadro 5). La adición de compost al hoyo de plantación afectó negativamente el desarrollo de las plantas durante las tres primeras temporadas, siendo el crecimiento anual de estas plantas inferior al tratamiento testigo; no obstante, el tratamiento que consideró la combinación del compost con suelo fumigado, aún sin diferenciarse estadísticamente del tratamiento testigo, el crecimiento anual de estas plantas fue superior al tratamiento de adición de compost, lo que sería causa sólo de la fumigación, más que de la adición de compost.

Cuadro 5. Crecimiento anual de plantas, expresado en ASTT (cm²), durante el período del ensayo para los distintos tratamientos.

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 LSD Fisher 5%.

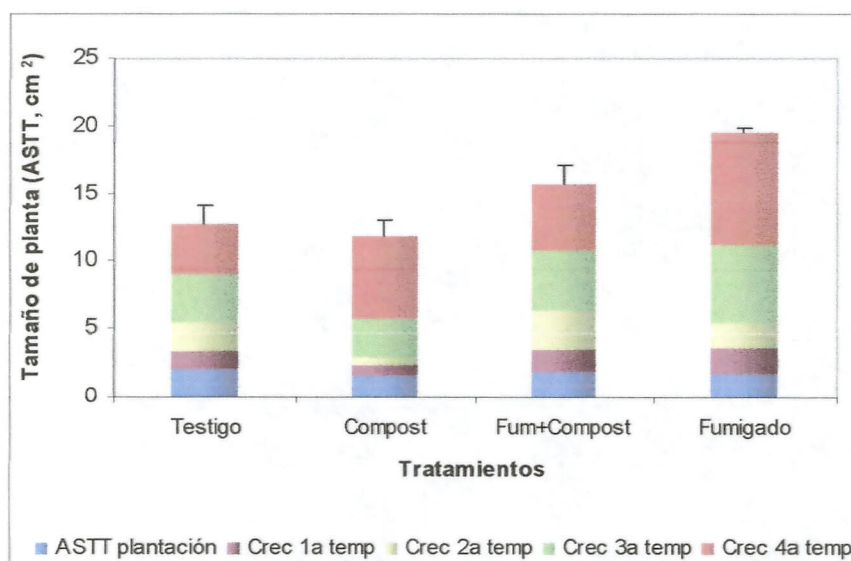


Figura 8. Tamaño final de planta (ASTT, cm²) luego de cuatro temporadas de crecimiento para los distintos tratamientos del ensayo.

Las relaciones entre los tratamientos de fumigación y los otros tratamientos al suelo,

para el tamaño final de planta, luego de cuatro temporadas de crecimiento, indicaba problemas medios de replantación para la relación entre el tratamiento de fumigación y otros tratamientos al suelo; así la relación entre fumigado: no fumigado era de 1,5, entre fumigado: compost de 1,6 y para fumigado: fumigado más compost de 1,2 (Figura 8). Estos resultados indican que la fumigación con Bromuro de Metilo influencia positivamente el crecimiento de plantas de perales provenientes de vivero, en un huerto adulto de este, reduciendo los problemas de replantación.

3. Especie: CIRUELO

3.1. Replantación de frutales y efecto del tiempo de espera

Al igual que en las dos especies anteriores, para determinar la magnitud de los problemas de replantación y el efecto del tiempo de espera previo a la plantación, se estableció un ensayo en la unidad productiva Viveros Parlier (UP 3), ubicado en la localidad de Champa (R.M.). Para esto, después de la cosecha de la temporada 2003-2004, se arrancó un huerto adulto de ciruelo, para evaluar el grado de aflicción por problemas de replantación. Se eligieron parcelas de aproximadamente 10 m², donde parte del suelo fue fumigado con Bromuro de Metilo (Metabromo, 97 g/m²), dejando otro sector de la parcela sin tratar, a modo de testigo. Adicionalmente, para determinar el efecto del tiempo de espera previo a la plantación, se realizaron plantaciones cada año después del arranque, es decir, en el ensayo existen plantaciones con 0 año de espera (inmediatamente después del arranque), con 1; 2 y 3 años de espera.

En cada año y parcela se plantaron seis plantas de la variedad "Blackamber" injertadas sobre portainjerto Marianna 2624. Al momento de la plantación se evaluó el peso total de la planta y su diámetro de tronco. Al final de la temporada de crecimiento, se evaluó, como medida de crecimiento vegetativo, el diámetro de tronco, para posteriormente calcular el área sección transversal de tronco (ASTT).

RESULTADOS

El crecimiento anual de las plantas de ciruelo, para el establecimiento sin tiempos de espera (año 2004), no presentó diferencias estadísticas significativas para ninguna de las temporadas evaluadas, sin embargo, numéricamente, el tratamiento de fumigación fue superior entre un 4,8 y 68,8% con respecto al tratamiento sin fumigar. Para la plantación con 1 año de espera, diferencias estadísticas se presentaron sólo la segunda y tercera temporada de crecimiento; no obstante, la primera temporada de crecimiento, el tratamiento de fumigación ya evidenciaba un crecimiento vegetativo superior en un 64% respecto al testigo. En el caso de dos años de espera (2006), la primera temporada de crecimiento se obtuvieron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Crecimiento anual de plantas de ciruelo (ASTT, cm²), de acuerdo, al tiempo de espera de la plantación y tratamientos de fumigación y testigo.

Año de plantación	Tratamiento	Crecimiento anual (ASTT, cm ²)			
		2005	2006	2007	2008
2004	No Fumigado	1,83 a	7,36 a	10,81 a	17,03 a
	Fumigado	2,22 a	12,42 a	11,33 a	23,08 a
2005	No Fumigado		2,75 a	6,08 a	6,58 a
	Fumigado		4,51 a	10,41 b	15,90 b
2006	No Fumigado			1,21 a	9,85 a
	Fumigado			3,14 b	15,99 a
2007	No Fumigado				1,98 a
	Fumigado				1,92 a

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

Al analizar el crecimiento alcanzado durante el primer año de establecimiento, para los diferentes tiempos de espera, es posible apreciar que la reducción del crecimiento ha sido creciente. Así, al plantar inmediatamente luego de arrancar el huerto, se alcanzó una relación de crecimiento de 1,2 entre el tratamiento de fumigación y testigo del ensayo (Cuadro 7), valor que se incremento a 1,6 y 2,6, para los años sucesivos, al plantar después de 1 y 2 años de espera, respectivamente, considerándose estos valores como indicadores de problemas graves de replantación. En la cuarta temporada de evaluación (2008) las relaciones de crecimiento continuaban indicando problemas de replantación para las plantaciones con 0, 1 y 2 años de espera, 1,4; 2,4 y 1,6, respectivamente, aún cuando éste último valor haya disminuido con respecto a la primera evaluación. Sólo después de 3 años de espera, no se evidenciaron problemas en la replantación de frutales.

Cuadro 7. Relación de crecimiento de plantas de ciruelo entre los tratamientos de suelo fumigado y testigo, para los diferentes tiempos de espera y temporadas de desarrollo, bajo condiciones de replantación.

Tiempo de espera (años)	Relación de crecimiento fumigado : no fumigado			
	2005	2006	2007	2008
0	1,2	1,7	1,0	1,4
1		1,6	1,7	2,4
2			2,6	1,6
3				1,0

3.2. Utilización de portainjertos en la replantación de frutales

En un huerto del Vivero Parlier, ubicado en la localidad de Champa, Comuna de Paine (RM), consistente de 4 hileras de duraznero sobre patrón Nemaguard y 4 hileras de ciruelo sobre patrón Marianna 2624, fue arrancado en enero de 2004. Durante el mes de marzo el suelo se preparó para la plantación (subsulado, aradura y rastraje). El suelo se dejó en espera hasta diciembre, cuando se estableció el tratamiento de fumigación. Ésta se realizó en forma experimental con un sistema de riego por goteo portátil, el cual consta de un estanque de 1000 L., una motobomba con regulación de caudal, y 12 salidas para conectar líneas de gotero. En los sectores a fumigar se colocó una línea de goteros de 4 L/h distanciados a 0,7 m. Como fumigante se utilizó el producto comercial Telone (330 L/ha, i.a. 1,3 dicloropropeno, sin cubierta plástica).

Para determinar la efectividad de una rotación entre ambas especies se replantó con distintos portainjertos para ciruelos, tanto en el sector que había tenido durazneros, como el que había tenido ciruelos, con tratamientos de suelo fumigado y no fumigado (testigo) en cada rotación. La plantación se realizó en julio de 2005 (18 meses después del arranque). Los portainjertos utilizados para ciruelo fueron: Adara, Adesoto, Nemaguard, Hamyra y Marianna 2624; en este caso se utilizaron plantas de ojo dormido. Tras la plantación y para homogeneizar, todas las plantas se rebajaron a dos yemas. Durante la temporada de crecimiento todas las plantas se fertilizaron en base a urea (46% N), 100 g/planta, parcializado durante la temporada.

Al momento de la plantación se evaluó el peso total de la planta y su diámetro de tronco. Al final de la temporada de crecimiento, se evaluó, como medida de crecimiento vegetativo, el diámetro de tronco, para posteriormente calcular el área sección transversal de tronco (ASTT).

RESULTADOS

La evaluación final del ensayo de portainjertos de ciruelo luego de tres temporadas de crecimiento, mostró que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos de fumigado y no fumigado (testigo) para el crecimiento vegetativo de las plantas del ensayo, independiente de la especie que fue cultivada previamente (Figura 9). El tamaño final promedio de plantas fue de 23,4 y 24,8 cm², para los tratamientos de fumigado y no fumigado, respectivamente, cuando la plantación anterior correspondió a la misma especie (ciruelo); mientras que fue 20,2 y 20,5 cm², cuando la plantación anterior correspondió a duraznero, para el tratamiento de fumigación y testigo, respectivamente.

La relación de crecimiento entre los tratamientos de fumigación y testigo (Cuadro 8), en la primera temporada de crecimiento no mostró un problema de replantación cuando la especie cultivada anteriormente en el huerto correspondió a ciruelo, sin embargo, el problema fue moderado, relación 1,4, cuando la especie anterior cultivada en el huerto del ensayo correspondió a duraznero. Las dos temporadas siguientes de evaluación, el crecimiento promedio de las plantas no manifestó problema de replantación, independiente de la especie cultivada anteriormente, con valores cercanos o iguales a 1,0.

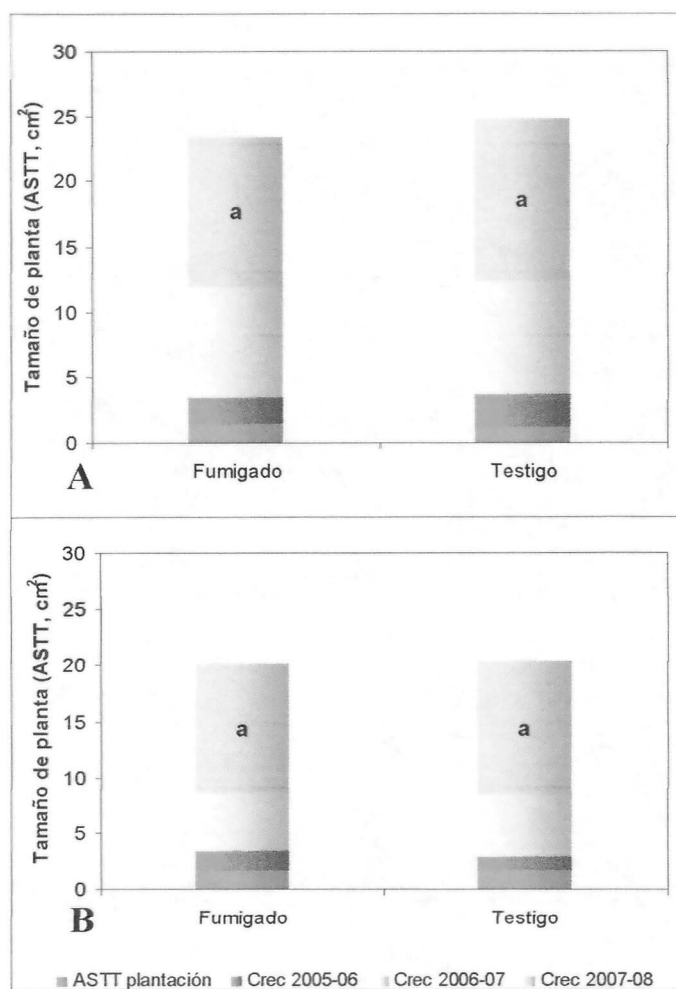


Figura 9. Tamaño final de plantas de ciruelo (ASTT, cm²), después de tres temporadas de crecimiento, en suelos que anteriormente habían tenido ciruelo (A) y duraznero (B), con tratamientos de suelo fumigado y no fumigado (testigo).

Cuadro 8. Relación de crecimiento de plantas de ciruelo entre tratamientos de suelo fumigado y testigo, con plantaciones previas de duraznero y ciruelo, durante el desarrollo del ensayo.

Especie actual	Especie anterior	Relación de crecimiento fumigado: no fumigado		
		1ª temporada	2ª temporada	3ª temporada
Ciruelo	Ciruelo	0,8	1,0	0,9
	Duraznero	1,4	0,9	1,0

Los portainjertos de ciruelo presentaron diferencias estadísticas significativas para el tamaño final de planta, luego de tres temporadas de crecimiento. Sin embargo, presentaron un comportamiento similar, independiente del cultivo anterior, pudiendo

agruparlos de acuerdo al vigor de crecimiento; así, los portainjertos Adara, Adesoto y Nemaguard presentaron un vigor bajo de crecimiento; Marianna 2624 presentó un vigor medio, y Hamyra presentó el vigor más alto (Figura 10). Cuando las plantas de ciruelo estuvieron injertadas sobre los patrones Hamyra, Marianna 2624 y Nemaguard, y plantadas en la parcela que anteriormente fue cultivada con duraznero, el crecimiento fue inferior al obtenido cuando éstas mismas fueron plantadas en la parcela cultivada anteriormente con la misma especie. Estas diferencias de crecimiento, correspondieron a 7,9; 3 y 9,1 cm^2 de ASTT, respectivamente. El tamaño final promedio de una planta de ciruelo plantada sobre ciruelo, después de tres temporadas de crecimiento, utilizando los portainjertos Adara, Adesoto, Nemaguard, Marianna 2624 y Hamyra, correspondió a 6,9; 7,9; 18,3; 36,5 y 51,1 cm^2 de ASTT, respectivamente, mientras que plantas de ciruelo sobre duraznero para estos mismos portainjertos, corresponden a 6,8; 7,8; 10,5; 33,4 y 41,9 cm^2 de ASTT, respectivamente.

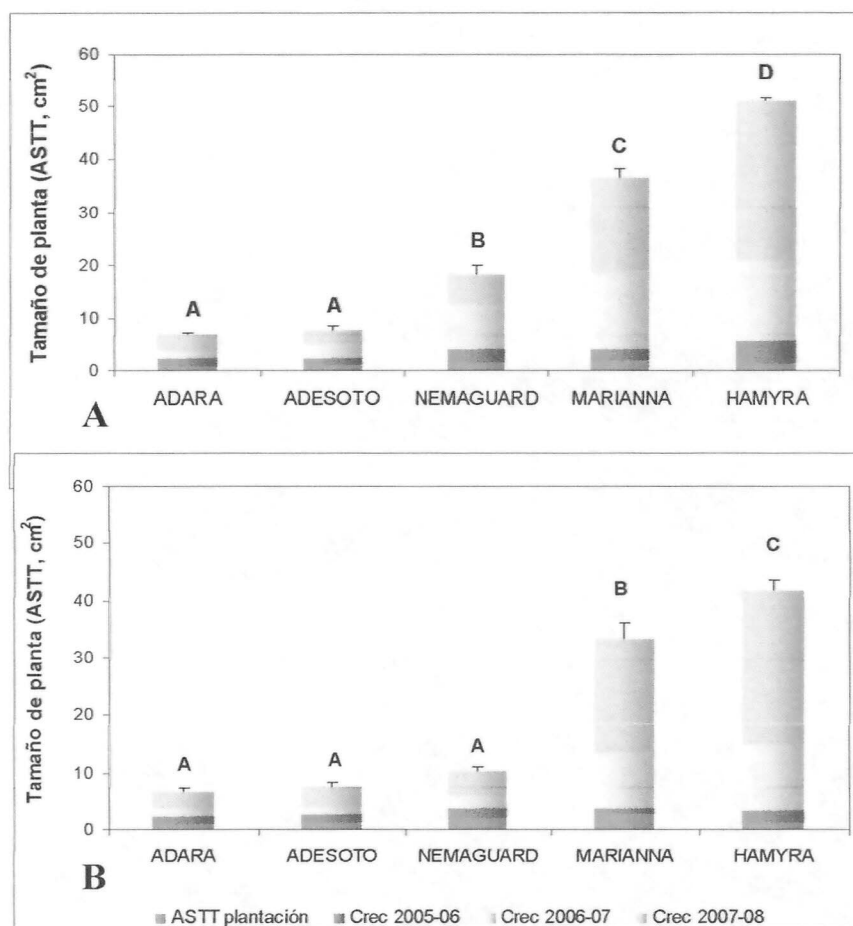


Figura 10. Tamaño final de plantas de ciruelo (ASTT, cm^2), establecidas en un huerto cultivado anteriormente con ciruelo (A) y duraznero (B), sobre los diferentes portainjertos utilizados, bajo las condiciones de replantación.

Las relaciones de crecimiento de los portainjertos entre los tratamientos de fumigación (sin problemas de replantación) y testigo del ensayo se presentan en el Cuadro 9. Así, para plantas de ciruelo plantadas sobre ciruelo, en el primer año de crecimiento las relaciones estuvieron entre 0,5 y 1,4, sin indicar problemas severos de replantación; no obstante, a la segunda temporada de evaluación, estos valores se incrementaron para la mayoría de los portainjertos utilizados, indicando una reducción del crecimiento para las plantas sin fumigación y problemas medios de replantación; a excepción del portainjerto Marianna 2624, el cuál disminuyo su valor en una unidad (1,2), manteniendo un comportamiento similar a la primera temporada. En la tercera y última temporada de evaluación, los valores de las relaciones de crecimiento disminuyeron lo suficiente para indicar que no existen problemas de replantación luego de tres temporadas de crecimiento.

En el caso de establecer plantas de ciruelo sobre un huerto previo con plantas de duraznero, la evaluación de la primera temporada de crecimiento, fue distinta a la descrita anteriormente. En este caso, los portainjertos Adara, Adesoto y Nemaguard indicaron problemas graves de replantación, con valores de relación de 2,8; 1,9 y 2,2, respectivamente. Sin embargo, dos temporadas después de establecido el ensayo, estos valores disminuyeron, sin indicar la existencia de un problema de replantación luego de tres temporadas de crecimiento.

Cuadro 9. Relación de crecimiento entre plantas de ciruelo plantadas sobre ciruelo y duraznero, con tratamientos de fumigación y sin fumigación, durante tres temporadas de desarrollo en Viveros Parlier, Champa (RM).

Especie actual	Especie anterior	Portainjerto	Relación fumigado: no fumigado		
			1ª temporada	2ª temporada	3ª temporada
Ciruelo	Ciruelo	Adara	1,0	3,2	0,9
		Adesoto	1,4	1,6	0,5
		Hamyra	0,5	0,8	0,9
		Marianna			
		2624	1,3	1,2	1,0
		Nemaguard	0,7	0,8	1,1
	Duraznero	Adara	2,8	0,5	0,8
		Adesoto	1,9	0,4	1,7
		Hamyra	0,9	1,0	1,0
		Marianna			
		2624	0,4	1,2	0,7
		Nemaguard	2,2	0,6	0,8

3.2. Evaluación de un huerto de ciruelo D'Agen de 5 años de edad

En un huerto de ciruelo D'Agen, en la localidad de Calera de Tango, perteneciente al fundo Tres Acequias, por petición de Don Camilo Pizarro, se evaluó el tamaño de plantas, con el objetivo de describir el crecimiento alcanzado luego de cinco temporadas de desarrollo, y determinar la magnitud del efecto de la replantación, observada por una heterogeneidad del crecimiento de las plantas; esto, porque se cuenta con un historial del huerto, que lo secciona en tres parcelas. La primera de ellas, corresponde a un sector en el que existía anteriormente un huerto de ciruelo, correspondiente al sector replantado; en un segundo sector, anteriormente, se encontraba la cancha de secado de ciruelas, y por último, un sector virgen, sin plantación anterior.

El tamaño de plantas se evaluó por medio de la medición del diámetro de tronco, a 20 cm de suelo, para obtener a partir de este dato el área sección transversal de tronco (ASTT), expresada en cm^2 .

Este ensayo no se encuentra dentro de las actividades programadas en un inicio del proyecto. Corresponde a una evaluación particular considerada de interés dentro del marco del proyecto "Replantación de Frutales", por esto se despliega la información obtenida de él, para su posterior difusión. No obstante, es necesario mencionar, que estos resultados ya han sido publicados en diferentes actividades de difusión del proyecto.

RESULTADOS

La medición del área sección transversal de tronco (ASTT), expresada en cm^2 , fue expresada en un gráfico de superficie de contorno, que corresponde a un gráfico visto desde arriba, donde los colores representan los rangos de valores descritos (Figura 11)

De acuerdo a la Figura 10, se observa que el menor crecimiento de plantas del huerto corresponde al sector donde anteriormente existía una plantación de ciruelo, es decir, sector replantado, donde el tamaño de los árboles en promedio es de 28 cm^2 ; mientras que, donde se encontraba la cancha de secado y el área virgen (sin plantación), el tamaño de los árboles en promedio corresponde a 42 y 40 cm^2 , respectivamente, lo que indicaría, que son sectores sin problemas de replante. Este huerto presenta un grave problema de replante, donde las plantas involucradas tienen un crecimiento vegetativo inferior en un 50% respecto al crecimiento normal de las otras plantas sin problemas de replantación en el mismo huerto, lo que determina una gran heterogeneidad de desarrollo.

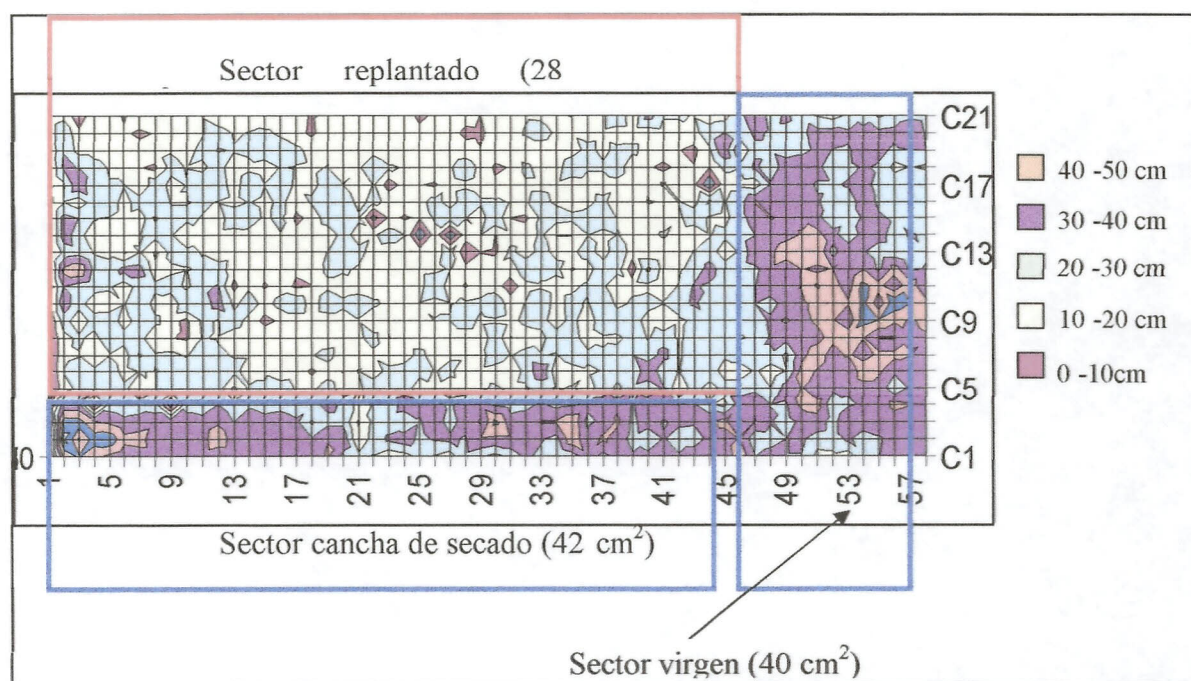


Figura 11. Gráfico de superficie del área sección transversal de tronco (ASTT), expresado en cm^2 , del huerto de evaluación, con la descripción de los tres sectores.

4. Especie: DURAZNERO

4.1. Replantación de frutales y efecto del tiempo de espera

En dos localidades, Antumapu (La Pintana, RM) y Viveros Parlier (Champa, RM), después de la cosecha de la temporada 2003-04, se arrancaron dos huertos de durazneros, con el objetivo de realizar un ensayo para determinar la magnitud de los problemas de replantación. Para esto, en ambas unidades productivas, se eligieron parcelas de 10 m^2 , donde un sector fue fumigado con Bromuro de Metilo (97 g/m^2), dejando otro sector del suelo sin fumigar como testigo. Adicionalmente, en ambos huertos, para determinar el tiempo de espera previo a la plantación, otras idénticas parcelas fueron dejadas, para realizar plantaciones cada año después del arranque.

En el caso de Antumapu, además, se probaron otros tratamientos que han sido recomendados en California para situaciones de replantación. Los tratamientos para esta unidad fueron 1) Fumigación con Bromuro de Metilo (Metabromo, 97 g/m^2); 2) secado de plantas, mediante corte y tratamiento con herbicida 1 año antes de la plantación; 3) aplicación de 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.

En cada año y cada parcela se plantaron seis plantas de la variedad "Elegant Lady" sobre patrón Nemaguard. Al momento de la plantación se evaluó el peso de la planta y su diámetro. Al final de cada temporada de crecimiento, se evaluó, como medida de crecimiento vegetativo, el diámetro de tronco, para posteriormente calcular el área sección transversal de tronco (ASTT).

RESULTADOS

En la unidad de Viveros Parlier (Champa, RM), no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos de fumigación y testigo, en las cuatro temporadas de evaluación y para cada año de espera previa a la plantación, a excepción del año de plantación 2006 (2 años de espera), donde en la primera temporada de crecimiento, el tratamiento de fumigación se diferenció estadísticamente, con un crecimiento superior en un 64% con respecto al tratamiento testigo, sin embargo, en la segunda temporada de crecimiento, para este mismo tiempo de espera, las diferencias estadísticas desaparecieron, siendo sólo numéricas, donde la fumigación fue superior en un 3,4% con respecto al testigo (Figura 12).

No obstante, las relaciones de crecimiento entre los tratamientos detectaron problemas de replantación (Cuadro 10). Así, para la plantación sin año de espera, en la segunda temporada de evaluación se detectaron diferencias de crecimiento, con un valor de la relación de 1,50; sin embargo, en la tercera y cuarta temporada de evaluación para esta misma plantación, este valor disminuye a 0,98. En el caso de las plantaciones con uno y dos años de espera, mostraron alrededor de un 50% de mayor crecimiento en los tratamientos fumigados, en la primera temporada de crecimiento. Las relaciones de crecimiento en la cuarta temporada de evaluación, para todas las plantaciones, correspondieron a valores menores o cercanos a 1, lo que indica que no existen problemas de replantación, considerándose superado las diferencias de crecimiento.

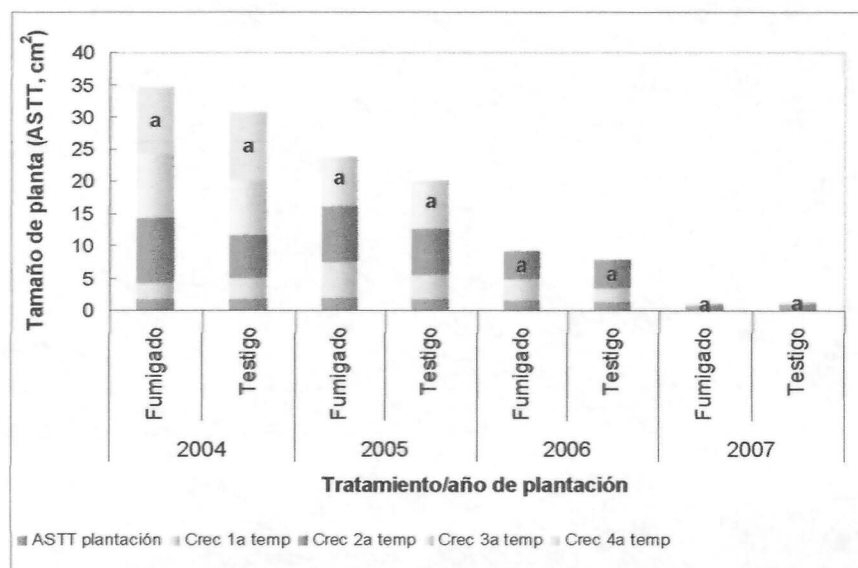


Figura 12. Tamaño final de plantas de duraznero, expresado como ASTT (cm^2), para cada temporada de crecimiento y tiempo de espera previo a la plantación, localidad de Viveros Parlier.

Cuadro 10. Relación de crecimiento entre tamaño de plantas con tratamiento de suelo fumigado y testigo, para cada tiempo de espera y temporada de desarrollo, en la unidad de Viveros Parlier, Champa.

Tiempo de espera	Relación de crecimiento fumigado: testigo			
	1ª temporada	2ª temporada	3ª temporada	4ª temporada
0	0,77	1,50	1,18	0,98
1	1,54	1,20	1,02	
2	1,65	0,96		
3	0,70			

Cuadro 11. Crecimiento anual de plantas de duraznero (ASTT, cm²), para cada año de tiempo de espera y tratamiento, durante el desarrollo del ensayo en la unidad productiva Antumapu.

Año plantación	Tratamiento	Crecimiento de plantas (ASTT, cm ²)			
		2005	2006	2007	2008
2004	Fumigado	1,40 b	2,23 a	6,49 b	3,27 b
	Nematicida	0,77 a	0,95 a	3,12 a	1,33 ab
	Secado	0,56 a	0,72 a	3,97 ab	0,75 a
	Testigo	0,63 a	1,58 a	4,49 ab	0,89 a
2005	Fumigado		0,18 a	3,35 b	1,80 a
	Nematicida		3,12 b	0,10 a	0,72 a
	Secado		0,90 a	0,63 a	0,61 a
	Testigo		0,39 a	2,46 b	0,74 a
2006	Fumigado			2,94 b	1,19 a
	Nematicida			1,22 a	0,81 a
	Secado			1,79 ab	0,59 a
	Testigo			1,41 a	0,41 a
2007	Fumigado				0,42 b
	Nematicida				0,28 ab
	Secado				0,09 a
	Testigo				0,55 b

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

Una situación distinta se presentó en la unidad productiva Antumapu (La Pintana, RM) (Cuadro 11), donde, desde la primera temporada de evaluación, para la plantación sin tiempo de espera, se manifestaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos al suelo; así, el tratamiento de fumigación con Bromuro de Metilo presentó el mayor crecimiento (1,40 cm²), mientras que los tratamientos testigo, secado de plantas y nematicidad fueron los de menor desarrollo, no encontrándose diferencias entre ellos. Numéricamente, el tratamiento de nematicida, presentó un comportamiento intermedio; los niveles iniciales de nematodos muestreados (129 nematodos fitoparásitos y 1419 saprófagos) no indican que estos sean el factor limitante para el desarrollo de los árboles,

aún cuando la aplicación del nematicida, así como la del fumigante, la redujeron significativamente.

Al finalizar la segunda temporada de desarrollo de las plantas, para la plantación sin tiempo de espera, si bien no se encontraron diferencias estadísticas, el tratamiento de fumigación fue numéricamente muy superior al resto, completando un crecimiento, prácticamente, el doble que los otros tratamientos (Cuadro 11). Respecto a la plantación con un año de espera, contrariamente a lo del año anterior, no se obtuvo un mayor crecimiento en el tratamiento fumigado, sino que el mayor fue para el tratamiento de nematicida. Este resultado no permite concluir que los problemas de replantación hayan desaparecido, sino más bien que se hace necesario, al menos, otra temporada para determinar la presencia (que sí se detectó el año anterior) y la magnitud de los problemas.

Es así que para la tercera temporada de evaluación, las diferencias estadísticas se manifestaron entre los tratamientos, para las distintas plantaciones con años de esperas (0, 1 y 2 años de esperas) (Cuadro 11), siendo el tratamiento de fumigación superior al resto; con valores de relación de crecimiento entre el tratamiento de fumigado y testigo, de 1,45: 1,36 y 2,1, para plantaciones con tiempo de espera de 0, 1 y 2 años, respectivamente, valores que indican problemas de replantación. No obstante, en la cuarta temporada de evaluación, las diferencias estadísticas desaparecen en las plantaciones con 1 y 2 años de espera, aunque el crecimiento numéricamente es superior para la fumigación.

El efecto de los otros tratamientos, tanto el secado de plantas como la aplicación de nematicida, no obtuvo un efecto estimulador del crecimiento, lo que indica bajo estas condiciones del ensayo (suelo sin problemas de nematodos), que no son buenas alternativas para el manejo de problemas de replantación.

4.2. Utilización de portainjertos en la replantación de frutales

Este ensayo se realizó en dos unidades productivas, Antumapu y Viveros Parlier. En el primero de ellos, en enero del 2004 se arrancó un huerto adulto de durazneros "Pomona" sobre Nema-guard, en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, ubicada en la Comuna de La Pintana, Santiago, RM. 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 equivalente a dos hileras del huerto anterior. En cada sector se aplicó uno de los siguientes tratamientos: 1) Fumigado, producto comercial Triclor, i.a. 1,3 dicloropropeno, 300 kg/ha, inyectado al suelo a una profundidad de 40 cm, sin utilizar cubierta plástica, en abril del 2004; 2) Secado de plantas. Durante la primavera previa al arranque, se cortaron las plantas y en el tocón del tronco se aplicó directamente, con brocha, el herbicida 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.

En julio de 2004 (6 meses después del arranque) se replantó con los siguientes portainjertos: Nema-guard, Nema-red, Chuchepicudo, GxN 15, Adesoto, Avimag, Viking y Atlas; a la plantación se rebajaron y se desarrollaron durante toda la temporada. A fines de temporada, se injertaron de púa con la variedad Elegant Lady (marzo 2005).

La fertilización durante la primera temporada consistió de 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 y 50 g/planta, en las mismas épocas, pero de Salitre Sódico (16% N).

En Viveros Parlier, ubicado en la localidad de Champa, Comuna de Paine (RM), se realizó la misma preparación de suelo y aplicación de tratamientos, que para la utilización de portainjertos de ciruelos (ver 3.2). Al igual que para Ciruelos, para determinar la efectividad de una rotación entre ambas especies (duraznero y ciruelo), se replantó con distintos portainjertos de durazneros, tanto en el sector que había tenido durazneros, como el que había tenido ciruelos, con los tratamientos de suelo fumigado y no fumigado (testigo) en cada rotación. Los portainjertos utilizados para duraznero fueron: GxN 15, Nemared, Chuchepicudo, Adesoto, y Nemaguard; se utilizaron plantas terminadas de la variedad Elegant Lady. Durante la temporada de crecimiento todas las plantas se fertilizaron en base a urea (46%N), 100 g/planta, parcializado durante la temporada.

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 evaluó, como medida de crecimiento vegetativo, el diámetro de tronco, para posteriormente calcular el área sección transversal de tronco (ASTT).

RESULTADOS

Antumapu

Al finalizar tres temporadas de evaluación, es posible determinar que no existe una interacción entre tratamiento y portainjerto, es decir, que el efecto del portainjerto es independiente del efecto de los tratamientos al suelo. Esto significa que entre los portainjertos no existe un comportamiento diferencial en condiciones de replantación, por lo que ninguno de ellos presenta tolerancia específica al problema de replantación.

El tamaño final de planta (ASTT, cm²) (Figura 13), para los distintos portainjertos, presenta diferencias estadísticas significativas, manifiestas por el distinto grado de vigor que le inducen a la variedad. Así, comparando el tamaño respecto de Nemaguard (100% de vigor), de menor a mayor se encuentran: Nemared y Chuchepicudo, 59%; Adesoto, 64,6%; Atlas, 97,7%; Vicking, 117,5%; GxN 15 y Avimag con un 170%. Estos últimos patrones se han recomendado 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 aceptable desarrollo en condiciones de replantación, sin tratamientos especiales al suelo. De esta manera, estos mismos patrones al ser plantados en condiciones de suelo "virgen" manifestarán el vigor intrínseco que le imprime a la variedad debiendo considerarse este efecto.

Para todos los portainjertos el efecto de la fumigación de plantas no logró diferenciarse estadísticamente de los otros tratamientos al suelo (Figura 14), sin embargo, presentó un crecimiento mayor en un 25% con respecto al tratamiento testigo. Los tratamientos de secado de plantas y aplicación de nematicida, en ninguno de los casos lograron diferenciarse del testigo, lo que indicaría que los agentes causales de los problemas de replantación, en el caso del duraznero, 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). Similar situación fue descrita por Brown *et al.* (2002), quienes no encontraron nematodos causantes de problemas de replantación, e identificaron algunos hongos como agentes que parcialmente explicarían los problemas de replantación; dentro de estos hongos se mencionan: *Aspergillus*, *Cylindrocarpon* y *Fusarium*. El no funcionamiento del tratamiento de secado, podría deberse a que en el lugar del ensayo no se dan las adecuadas condiciones para que ocurra la muerte total de las raíces del árbol, ya que en California (EEUU), particularmente, han logrado el control de problemas de replante, al menos en forma parcial, con este tratamiento (McKenry, 1999). Otra posibilidad es que el componente de rechazo, indicado por este investigador, no sea tan manifiesto bajo las condiciones chilenas, debiendo explicarse el problema de replantación por alguna de los otros componentes que lo determinarían.

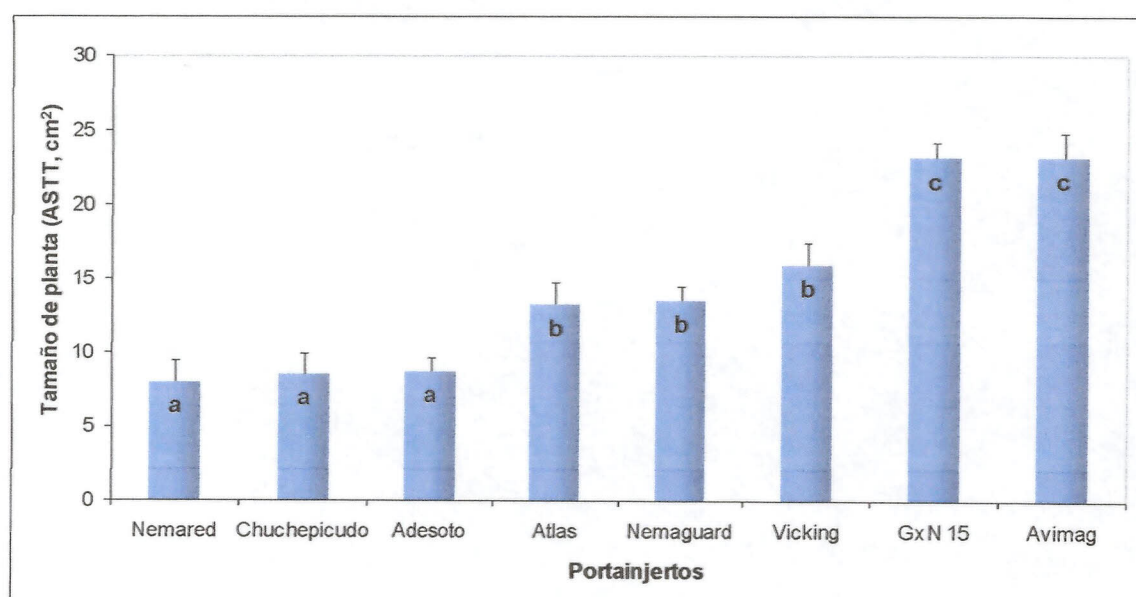


Figura 13. Crecimiento acumulado de tres temporadas de crecimiento (ASTT, cm²), de durazneros “Elegant Lady” injertado sobre diferentes portainjertos. Datos representan el promedio de diferentes tratamientos al suelo, de plantas establecidas bajo condiciones de replantación en Antumapu, Santiago, RM. Letras distintas indican diferencias significativas (5%)

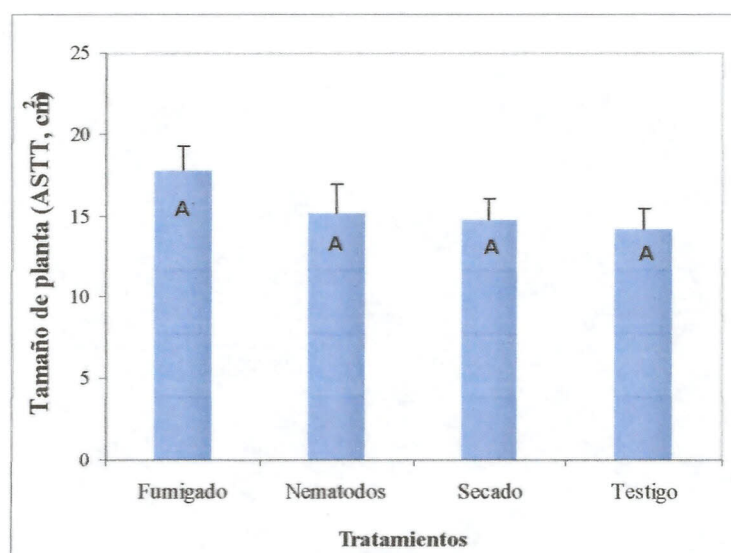


Figura 14. Tamaño de plantas de duraznero (ASTT, cm²) “Elegant Lady”, luego de tres temporadas de crecimiento, promedio de distintos portainjertos, creciendo sobre distintos tratamientos para la superación de problemas de replantación. Letras distintas indican diferencias significativas (5%).

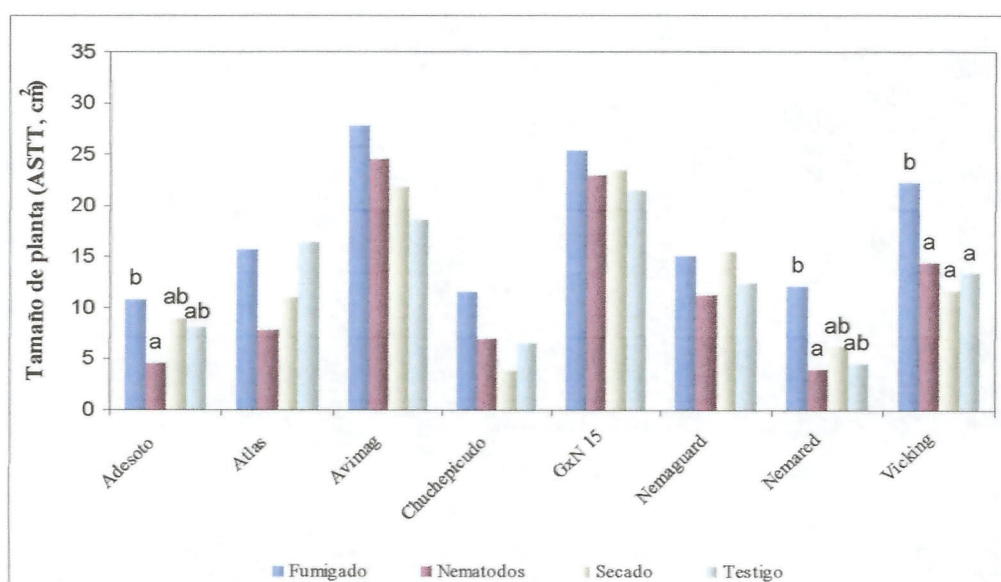


Figura 15. Tamaño final de plantas de duraznero (ASTT, cm²), luego de tres temporadas de crecimiento, sobre distintos portainjertos y tratamientos para la superación del problema de replantación. Letras distintas entre los tratamientos indican diferencias estadísticas significativas (5%).

El tratamiento de fumigación se diferenció estadísticamente sólo para algunos portainjertos utilizados en el ensayo, estos fueron: Adesoto, Nemared y Vicking (Figura 15), sin embargo, numéricamente fue superior en el resto de los portainjertos. Las relaciones de crecimiento luego de tres temporadas de desarrollo, indicaron para el tamaño final de planta, que sólo el portainjerto Nemared presentaba un problema grave de

replantación con una relación fumigado:testigo de 2,7; los portainjertos Chuchepicudo y Viking, con valores de 1,8 y 1,7, respectivamente, indicaban problemas de replantación. Adesoto, Avimag, GxN 15 y Nemaguard, con valores de 1,3; 1,5; 1,2 y 1,2, presentarían problemas medios de replantación, mientras que Atlas se perfilaría como un portainjerto insensible a problemas de replantación, ya que presentó una relación de 1,0 entre el tratamiento de fumigación:testigo.

Viveros Parlier

Luego de tres temporadas de desarrollo, el tratamiento de fumigación no se diferenció estadísticamente del tratamiento testigo (no fumigado) (Figura 16), independiente de la especie que fue cultivada previamente. El tamaño final promedio de plantas fue de 17,6 y 12,6 cm², para los tratamientos de fumigado y no fumigado, respectivamente, cuando la plantación anterior correspondió a la misma especie (duraznero); mientras que fue de 22,3 y 26,4 cm², cuando la plantación anterior correspondió a ciruelo, para el tratamiento de fumigación y testigo, respectivamente.

Cuando la especie anterior cultivada en el huerto del ensayo correspondió a la misma especie, es decir, duraznero, se presentó un problema de replantación, con valores de relación de crecimiento entre el tratamiento fumigado:testigo de 1,3, la primera temporada de crecimiento, valor que luego se incremento a 2,1, la segunda temporada de desarrollo, para luego disminuir a 1,3, lo que indica que aún en la tercera temporada de evaluación los problemas de replantación persisten (Cuadro 12). Sin embargo, cuando anteriormente se cultivó ciruelo para posteriormente plantar duraznero, el crecimiento de las plantas con fumigación fue similar e incluso inferior en algunas temporadas, con respecto al tratamiento testigo, obteniendo relaciones de crecimientos inferiores o cercanos a 1,0 (Cuadro 12).

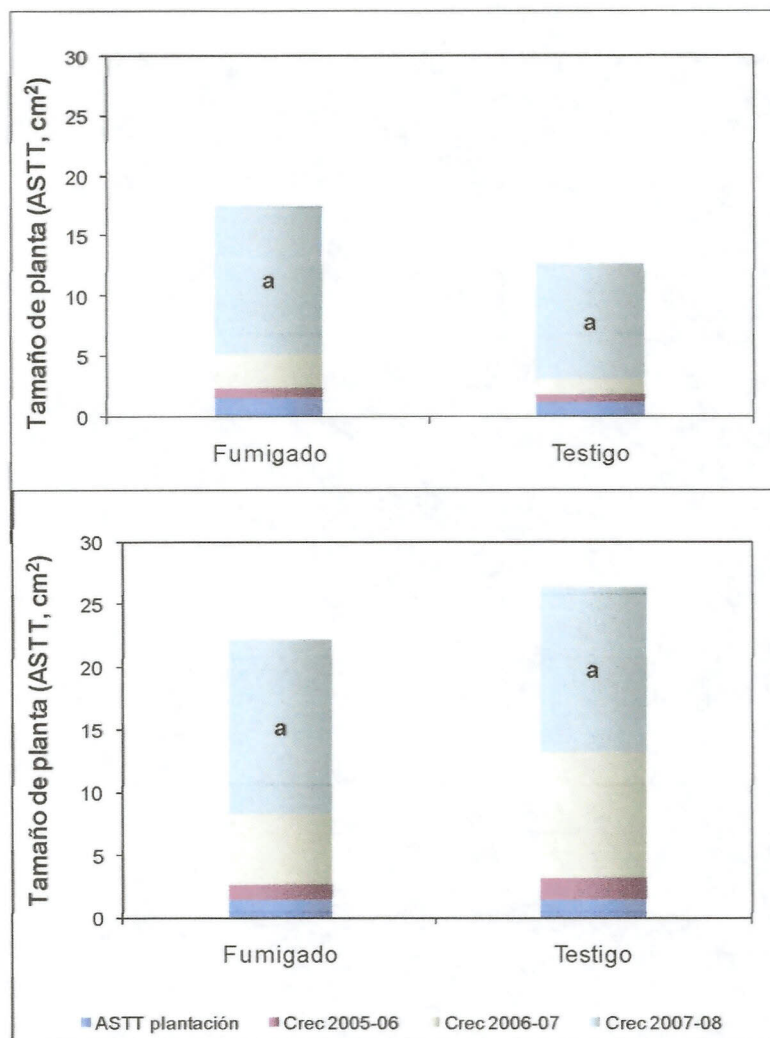


Figura 16. Tamaño final de plantas de duraznero (ASTT, cm²), después de tres temporadas de desarrollo, en suelos que anteriormente habían tenido duraznero (superior) y ciruelo (inferior), con tratamientos de suelo fumigado y no fumigado, en la unidad de Viveros Parlier, localidad de Champa.

Cuadro 12. Relación de crecimiento de plantas de ciruelo entre tratamientos de suelo fumigado y testigo, con plantaciones previas de duraznero y ciruelo, durante el desarrollo del ensayo.

Especie actual	Especie anterior	Relación de crecimiento fumigado: no fumigado		
		2006	2007	2008
Duraznero	Duraznero	1,3	2,1	1,3
	Ciruelo	0,7	0,5	1,1

Los portainjertos presentaron un comportamiento diferente bajo condiciones de replantación, independiente de la especie cultivada anteriormente en la parcela del ensayo;

arrojando diferencias estadísticas significativas (Figura 17) para el tamaño final de planta, luego de tres temporadas de crecimiento. No obstante, estos portainjertos siguieron un comportamiento similar, en ambas parcelas del ensayo, pudiendo agruparse de acuerdo al vigor de crecimiento; así, los portainjertos Adesoto, Chuchepicudo, Nemared y Nemaguard presentaron un vigor bajo de crecimiento, mientras que GxN 15, fue le único portainjerto que presentó un comportamiento distinto al resto, con un vigor alto. Otra particularidad, es que cuando son plantados en la parcela que anteriormente existían plantas de duraznero, el crecimiento es inferior a cuando fueron plantadas sobre la parcela cultivada con ciruelo. Así el tamaño final de plantas de duraznero plantadas sobre duraznero e injertadas en Adesoto, Chuchepicudo, Nemared, Nemaguard y GxN 15 fue de 9,5; 8,5; 8,8; 12,0 y 34,9 cm² de ASTT, respectivamente, mientras que estos mismos plantados sobre ciruelo, corresponden a 19,6; 21,4; 22,1; 23,8 y 36,3 cm² de ASTT, respectivamente.

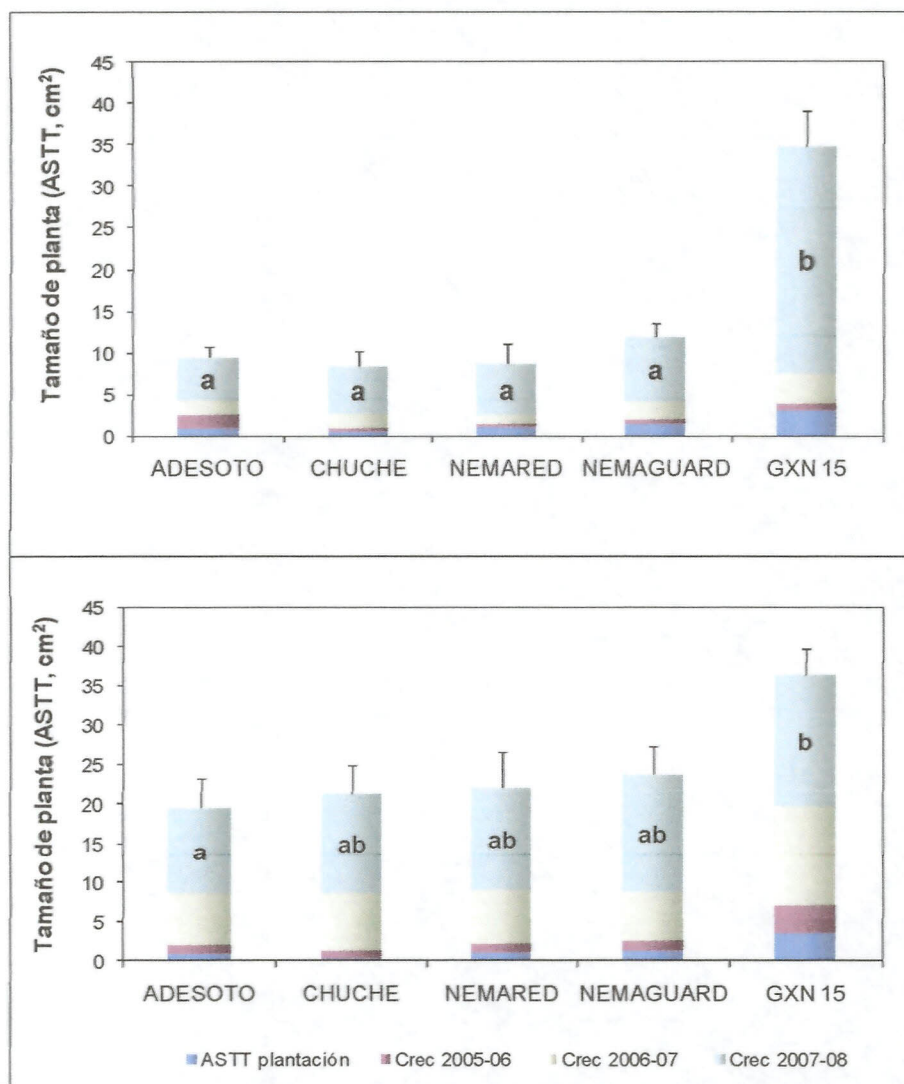


Figura 17. Tamaño final de plantas de duraznero (ASTT, cm²), establecidas en un huerto cultivado anteriormente con duraznero (superior) y ciruelo (inferior), sobre los diferentes portainjertos utilizados, bajo las condiciones de replantación, en la unidad Viveros Parlier, Champa (RM).

Lo que anteriormente se dijo, sobre que el portainjerto GxN 15 fue el que presentó un mayor crecimiento en relación a los otros portainjertos, también queda de manifiesto al relacionar el tamaño final de plantas de duraznero sobre los portainjertos utilizados en el ensayo, para ambas parcelas, entre los tratamientos de fumigación y control (Cuadro 13); siendo para GxN 15, un valor 0,7 y 0,5, sobre un cultivo anterior de Duraznero y Ciruelo, respectivamente, indicadores de la no existencia de problemas de replantación. Además, los portainjertos Chuchepicudo, Nemaguard y Nemared, como anteriormente se mencionó, obtienen valores para la relación entre tratamiento fumigado:testigo, menores o cercanos a 1,0, cuando son plantados sobre ciruelo, indicando un mayor crecimiento en esta parcela, por lo mismo, un comportamiento sin problemas de replantación; situación contraria a la observada en la parcela cultivada de la misma especie, duraznero sobre duraznero, donde presentan valores de 2,0, para Nemaguard, indicador de un problema medio de replantación y de 3,1 y 4,5, para Nemared y Chuchepicudo, respectivamente, indicando problemas grave de replantación. Adesoto, contrario al comportamiento de los otros portainjertos, presenta un valor de relación menor en la parcela plantada sobre la misma especie (1,6), en relación a la plantación sobre ciruelo (2,5); sin embargo, en ambas, indica problemas de replante.

Cuadro 13. Relación de crecimiento de plantas de duraznero plantadas sobre duraznero y ciruelo, entre tratamiento de fumigación y testigo, para el tamaño final de plantas, expresado en ASTT (cm²) luego de tres temporadas de desarrollo, en Viveros Parlier, Champa (RM).

Especie Actual	Especie Anterior	Portainjerto	Relación crecimiento fumigado:no fumigado
			ASTT (cm ²)
Duraznero	Duraznero	Adesoto	1,6
		Chuchepicudo	4,5
		GxN 15	0,7
		Nemaguard	2,0
		Nemared	3,1
	Ciruelo	Adesoto	2,5
		Chuchepicudo	1,2
		GxN 15	0,5
		Nemaguard	0,9
		Nemared	0,4

5. Especie: CEREZO

5.1. Evaluación del crecimiento de diez portainjertos de cerezo (*Prunus avium* L.) bajo condiciones de replantación

En la temporada 2002-2003 se evaluó el crecimiento de 10 portainjertos de cerezo bajo condiciones de replantación de un huerto de cerezos sobre *P. mahaleb*. Las plantas utilizadas correspondieron a la variedad "Summit" en 5 portainjertos de cerezo: *P. mahaleb*, Gisela 5, Gisela 6, Maxma 14 y W158; plantas de "Bing" sobre los portainjertos F12-1, CAB 6 y Colt; plantas de "Sweetheart" sobre SL 64 y plantas de "Regina" sobre Maxma 60. Los tratamientos correspondieron a suelo fumigado con Bromuro de Metilo y suelo sin fumigar. Estas plantas fueron plantadas inmediatamente después de remover un huerto adulto de cerezos sobre *P. mahaleb*. El objetivo de este ensayo fue evaluar la adaptabilidad de los portainjertos bajo condiciones de replantación

RESULTADOS

El peso de las plantas al finalizar el ensayo, se utilizó como principal medida de adaptabilidad de los distintos portainjertos (Figura 18). En todas las combinaciones probadas, variedad/portainjerto, el peso de las plantas fue mayor en el suelo fumigado, con respecto al tratamiento testigo. La relación de crecimiento entre los tratamientos de suelo fumigado: no fumigado, fluctuó entre 1,6 y 3,2, lo que indicaría que existieron problemas de replantación, es así, que todos los portainjertos se vieron afectados en el crecimiento, con una reducción entre un 40 y 75%, siendo los menos afectados Gisela 6, SL 64, Gisela 5 y Colt, con relaciones promedios de 1,7; mientras que los más afectados fueron F 12-1, Maxma 14 y Maxma 60, con relaciones de 2,9, indicador de un problema grave de replantación. Una respuesta intermedia presentó Mahaleb, W 158 y Cab 6, con relaciones de 2,2.

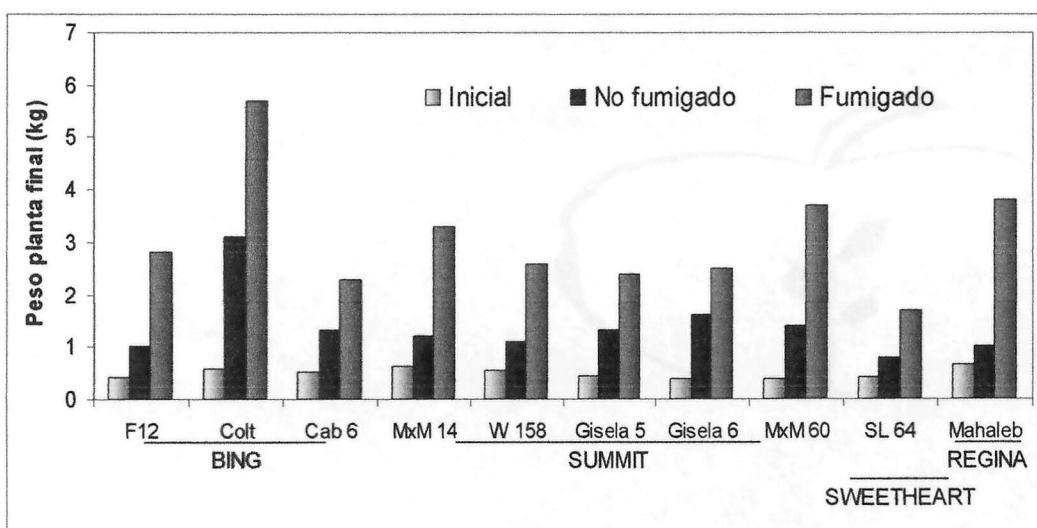


Figura 18. Tamaño final de plantas de cerezo (ASTT, cm²), sobre 10 portainjertos de cerezo, al inicio del ensayo (plantación), y tras una temporada de desarrollo bajo condiciones de replantación (Naicura, VI Región).

El mayor vigor inducido por algunos portainjertos, tales como Colt, permite, en el caso de 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 estos patrones el problema podría ser subsanado, no es un indicativo de que existan portainjertos resistentes al problema de 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 fundamental conocer con exactitud la escala de vigor de los distintos patrones y la magnitud del problema en un huerto específico.

En este ensayo se descartó el posible efecto de nematodos, 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 del rango normal.

El área foliar de cada planta, presentó una relación de crecimiento, entre tratamiento fumigado: no fumigado que fluctuó hasta 2,4, y presentó un comportamiento similar al de la variable de peso final de planta (Figura 19). Otra variable evaluada correspondió al área sección transversal de tronco (ASTT), expresado en cm^2 , la cuál se relaciono positivamente con el peso total de las plantas, con un coeficiente de determinación (R^2) igual a 0,79, lo cual validaría al ASTT como medida de crecimiento (datos no mostrados) de planta.

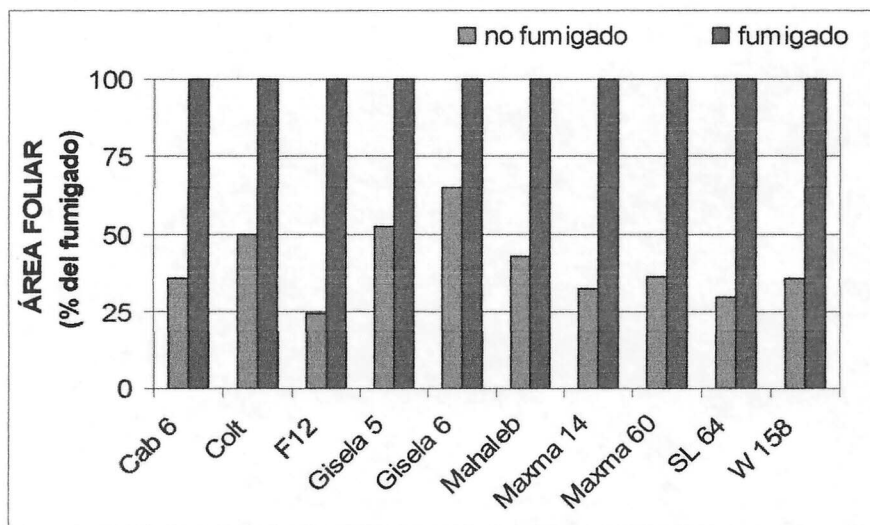


Figura 19. Área foliar para plantas de cerezo sobre distintos portainjertos, expresada en % respecto del tratamiento de suelo fumigado, que se desarrollan bajo condiciones de replantación (Naicura, VI Región).

5.2. Evaluación del crecimiento de ocho portainjertos de cerezo (*Prunus avium* L.) bajo condiciones de replantación (Romeral, VII Región)

En la unidad productiva Viverosur, ubicada en la localidad de Romeral, VII Región, durante la temporada 2004-2005 se estableció un ensayo, con el objetivo de evaluar la adaptabilidad de 8 portainjertos de cerezos, bajo condiciones de replantación.

Los portainjertos utilizados fueron: Maxma 14, F-12, Pontaleb, Cab 6, Gissela, *P. mahaleb*, Colt y Maxma 60. Se aplicaron dos tratamientos, consistentes en la fumigación con Bromuro de Metilo de una parte de terreno del ensayo, y otro parte sin fumigación. Las evaluaciones correspondieron a la medición del área sección transversal del tronco (ASTT), expresada en cm^2 , al término de la temporada de crecimiento.

RESULTADOS

La fumigación de las plantas de cerezo injertadas sobre 8 patrones, mostró estadísticamente un mayor crecimiento durante las dos primeras temporadas de evaluación (2004-2005 y 2005-2006) independiente del portainjerto utilizado; sin embargo, las dos temporadas posteriores evaluadas, la fumigación fue numéricamente superior al tratamiento testigo (Cuadro 14). El crecimiento de plantas fumigadas fue superior en un 117,6% la primera temporada de evaluación, no obstante, esta diferencia disminuye a un poco menos de la mitad en la segunda temporada (57,8%), para que en la cuarta y final temporada de evaluación, este valor sea de 30,7%, correspondiente a una relación de crecimiento entre tratamiento fumigado: no fumigado de 1,3, valor que indica un problema medio de replantación. Lo que indica que después de cuatro temporada de desarrollo, el problema de replante persiste en esta unidad.

Cuadro 14. Crecimiento anual de plantas de cerezo sobre 8 portainjertos, expresado como ASTT (cm^2), para los tratamientos de fumigación de suelo y testigo (no fumigado), durante el desarrollo del ensayo en Viverosur (Romerol, VII Región)

Tratamiento	Crecimiento anual de plantas de cerezo (ASTT, cm^2)			
	1ª temporada	2ª temporada	3ª temporada	4ª temporada
Fumigado	1,48 b	6,33 b	13,10 a	12,64 a
No fumigado	0,68 a	4,01 a	10,29 a	9,67 a

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

El tamaño promedio final de plantas de cerezo fumigadas correspondió a $34,7 \text{ cm}^2$ de ASTT, mientras que en plantas sin fumigación se obtuvo un valor de $25,6 \text{ cm}^2$ de ASTT, diferencia que equivale a un 35,6% más de crecimiento.

En el caso de los portainjertos, estos se diferenciaron estadísticamente para el tamaño final de planta, luego de cuatro temporadas de desarrollo (Figura 20). El portainjerto de mayor crecimiento correspondió a Maxma 60, con un ASTT de $42,8 \text{ cm}^2$, mientras que el menor crecimiento fue para Maxma 14, con $14,5 \text{ cm}^2$ de ASTT. Los otros portainjertos presentaron un comportamiento intermedio de crecimiento, entre $24,2$ y $31,6 \text{ cm}^2$ de ASTT.

Las relaciones de crecimiento para el tamaño final de planta entre el tratamiento de fumigación de suelo y no fumigado, mostró que el portainjerto F12 presenta un problema grave de replantación, con un valor de 3,0 (Cuadro 15). Entonces se puede incurrir, que este portainjerto presenta un comportamiento altamente vigoroso cuando bajo condiciones de replantación es fumigado, pues si no lo fuera, el crecimiento es mínimo (Figura 20). Por esto el crecimiento promedio (ASTT, cm^2) lo sitúa dentro de los portainjerto con un

comportamiento intermedio. Los portainjertos Colt, *P. mahaleb*, Maxma 14 y Pontaleb, presentaron valores de 1,3; 1,7; 1,5 y 1,7, respectivamente, lo que indicaría que se encuentran en una situación de un problema medio de replantación, es decir, existen diferencias en el crecimiento entre un suelo fumigado con respecto a un suelo sin fumigar (Figura 21). En tanto que, los portainjertos Gissela y Maxma 60, presentaron valores para la relación de crecimiento de 1,1 y 0,9, respectivamente, por lo tanto, no muestran problemas de replantación en esta unidad, indicando también, que el crecimiento bajo estas condiciones de replante, para estos portainjertos, entre los dos tratamientos del ensayo fue similar.

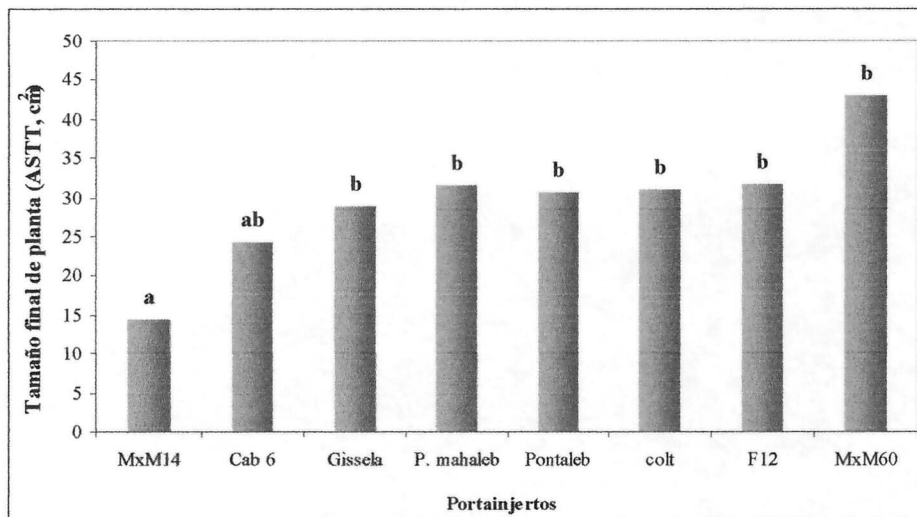


Figura 20. Tamaño final de plantas de cerezo sobre 8 portainjertos, después de cuatro temporadas de desarrollo en condiciones de replantación, sobre suelo fumigado y no fumigado, en Viverosur (Romeral, VII Región).

Cuadro 15. Relación de crecimiento final de plantas de cerezo sobre 8 portainjerto, entre los tratamiento de fumigación de suelo y no fumigado, para cuatro temporadas de desarrollo en Viverosur, Romeral, VII Región.

Portainjerto	Relación de crecimiento fumigado: no fumigado
Colt	1,3
F12	3,0
Gissela	1,1
<i>P. mahaleb</i>	1,7
Maxma14	1,5
Maxma 60	0,9
Pontaleb	1,7

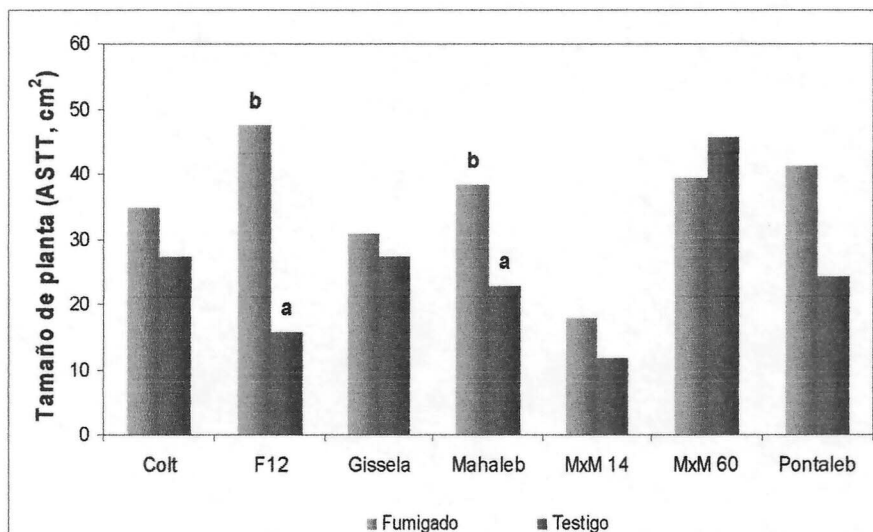


Figura 21. Tamaño final de plantas de cerezo (ASTT, cm²) sobre 8 portainjertos, de acuerdo al tratamiento de fumigación al suelo y no fumigado (testigo), después de cuatro temporadas de crecimiento en la unidad de Viverosur (Romeral, VII Región).

5.3. Evaluación del crecimiento de plantas de cerezo (*Prunus avium* L.) bajo condiciones de replantación, con diferentes tiempos de espera

En un huerto de la localidad de Romeral (VII, región), el mismo utilizado en el ensayo 5.2, se estableció un ensayo durante el año 2004, con el objetivo de evaluar el efecto del tiempo de espera (0, 1, 2 y 3 años) en la superación del problema de replantación. Los tratamientos probados correspondieron a suelo fumigado con Bromuro de Metilo y suelo no fumigado. Las evaluaciones correspondieron a la medición del área sección transversal del tronco (ASTT), expresada en cm², al término de cada temporada de crecimiento.

RESULTADOS

El crecimiento de las plantas de cerezo se ve fuertemente deprimido cuando no existe tiempo de espera en la plantación (0 años) (Cuadro 16), siendo el crecimiento de plantas fumigadas un 80% superior al de plantas sin fumigar. En las temporadas siguientes de evaluación para la plantación sin tiempo de espera, estas diferencias estadísticas desaparecen, sin embargo, son evidentes las diferencias numéricas entre los tratamientos, siendo siempre superior la fumigación, entre un 19,6 y 112% respecto al tratamiento testigo.

En el efecto del tiempo de espera, se puede apreciar que con 1 año de espera previa a la plantación, el problema de replantación persiste en el huerto del ensayo, aunque en la primera temporada de evaluación la diferencia estadística encontrada sea favorable al tratamiento testigo (Cuadro 16), lo que señala la necesidad de continuar con las evaluaciones en temporadas posteriores para ver el comportamiento que continúa en el ensayo. Es así, que en las dos temporadas siguientes se evidenció claramente, aunque no

estadísticamente, solo en forma numérica, un crecimiento superior en plantas fumigadas, siendo más del doble su crecimiento con respecto a plantas sin fumigar.

Con dos y tres años de espera previos a la plantación, se vio que no existen diferencias de crecimiento (ASTT, cm^2) entre los tratamientos al suelo, con lo que se puede determinar una superación del problema de replantación.

Cuadro 16. Crecimiento anual de plantas de cerezo (ASTT, cm^2), para los tratamientos de fumigado y no fumigado del suelo, para cada tiempo de espera previo a la plantación.

Tiempo de espera (años)	Tratamiento	Crecimiento anual de plantas de cerezo (ASTT, cm^2)			
		2005	2006	2007	2008
0 (2004)	Fumigado	1,08 b	5,62 a	8,82 a	18,25 a
	Testigo	0,60 a	4,58 a	4,16 a	15,25 a
1 (2005)	Fumigado		2,29 a	17,31 b	14,67 b
	Testigo		4,20 b	6,52 a	5,10 a
2 (2006)	Fumigado			3,73 a	8,00 a
	Testigo			4,96 a	7,33 a
3 (2007)	Fumigado				1,24 a
	Testigo				2,40 a

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

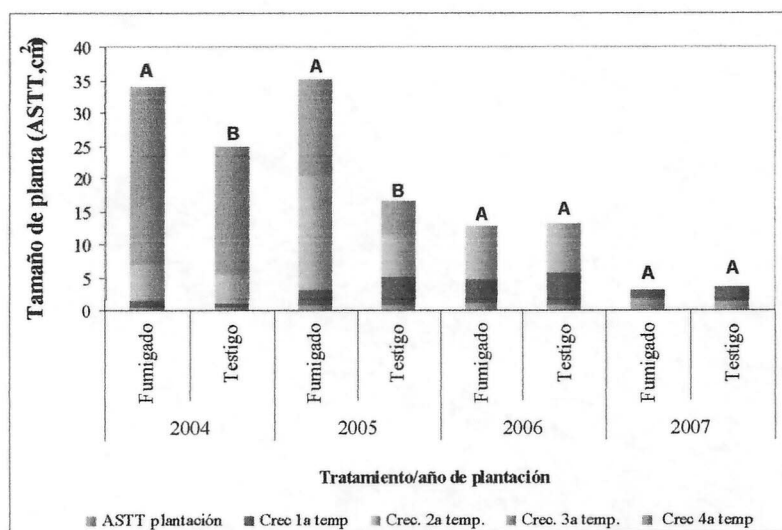


Figura 22. Tamaño de plantas de cerezo (ASTT, cm^2), bajo condiciones de replantación, para cada tratamiento (fumigado y testigo) y tiempo de espera previo a la plantación.

El tamaño final de plantas de cerezo alcanzado luego de cuatro temporadas de evaluación para cada tratamiento y tiempo de espera, señalo que para 0 y 1 año de espera se presentan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos de fumigación del suelo y testigo; mientras que con 2 y 3 años de diferencias los tamaños finales promedio de las plantas no se diferencian estadísticamente (Figura 22).

Estos resultados mostraron que con 1 año de espera previa a la plantación, y con el tratamiento de fumigación del suelo, se obtiene un tamaño final de planta de 35,1 cm² de ASTT, en tanto que, la plantación inmediata luego del arranque del huerto anterior y con el tratamiento de fumigación del suelo, el tamaño promedio de planta es de 34,1 cm² de ASTT, lo que muestra que con 1 año de tiempo de espera se igualan las condiciones de crecimiento de las plantas después de cuatro temporadas de desarrollo, o de igual manera, que la plantación inmediata (sin tiempo de espera) ve deprimido su crecimiento anual y final de plantas (ASTT, cm²).

5.4. Evaluación del crecimiento de plantas de cerezo (*Prunus avium* L.) bajo condiciones de replantación, utilizando distintos tratamientos de fumigación

En el mismo huerto de cerezos utilizado en los ensayos anteriores, se estableció un ensayo, con el objetivo de evaluar el efecto de dos productos fumigantes utilizados en el desarrollo del proyecto, estos son: 1,3-dicloropropeno y Cloropirina, además de utilizar la combinación de estos productos, para ver su efecto en la superación del problema de replantación. Estos tratamientos fueron contrastados con el tratamiento testigo sin aplicación de producto. Al término de la primera temporada de crecimiento se midió el área sección transversal de tronco (ASTT), expresada en cm², como indicador del crecimiento.

RESULTADOS

La evaluación del ASTT (cm²), permite observar que al término de la primera temporada de crecimiento, todos los productos incrementan significativamente el crecimiento de los árboles, siendo hasta 3 veces mayor el crecimiento alcanzado sobre suelo no fumigado, en el caso de aquellos tratamientos más efectivos (Figura 23).

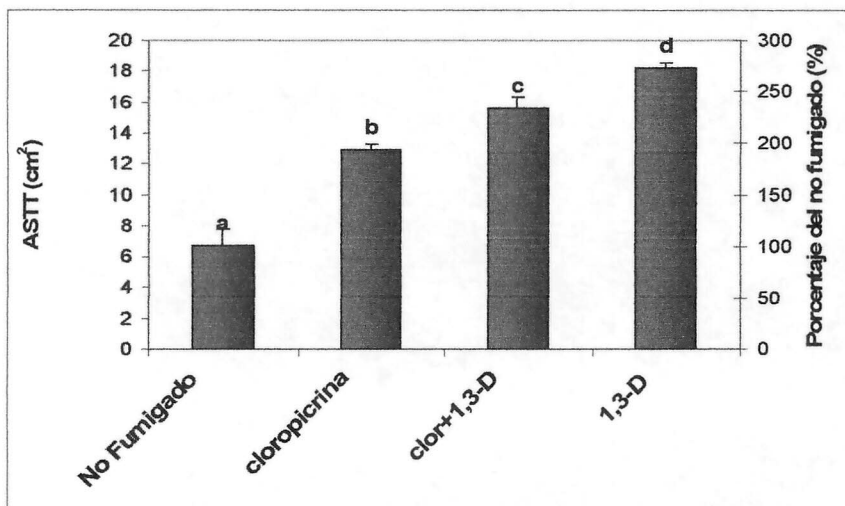


Figura 23. Desarrollo de árboles de cerezo, luego de un año de plantados en suelos sometidos a diferentes tratamientos.

5.5. Evaluación del crecimiento de plantas de cerezo (*Prunus avium* L.) replantados después de un cultivo de manzano

En el fundo “San Luis de Pedehue”, propiedad del Sr. Luis Hiribarren, ubicado en San Fernando (VI, Región) un huerto de manzanos se había cultivado por varios años, sobre portainjerto MM 106, este fue arrancado a fines de la temporada 2004-05, y replantado con cerezos “Bing/Colt”. Considerando que existen antecedentes que señalan que entre estas especies existirían problemas de replantación, se realizó un ensayo para evaluar la existencia de este problema en la plantación de cerezos después de manzano. Para esto se fumigó un área del huerto con Bromuro de Metilo y otro sector se dejó sin fumigar. La medición del área sección transversal del tronco (ASTT), expresada en cm^2 , al final de cada temporada de desarrollo, se utilizó como medida de crecimiento de las plantas en el ensayo.

RESULTADOS

En la Figura 24 se presenta el tamaño final de planta (ASTT, cm^2) alcanzado luego de tres temporadas de desarrollo, encontrándose diferencias estadísticas significativas entre el tratamiento de fumigación del suelo y testigo, siendo la fumigación un 28% superior con respecto al tratamiento sin fumigación. Además, en las tres temporadas evaluadas no se presentaron diferencias estadísticas en el crecimiento anual de las plantas de cerezo.

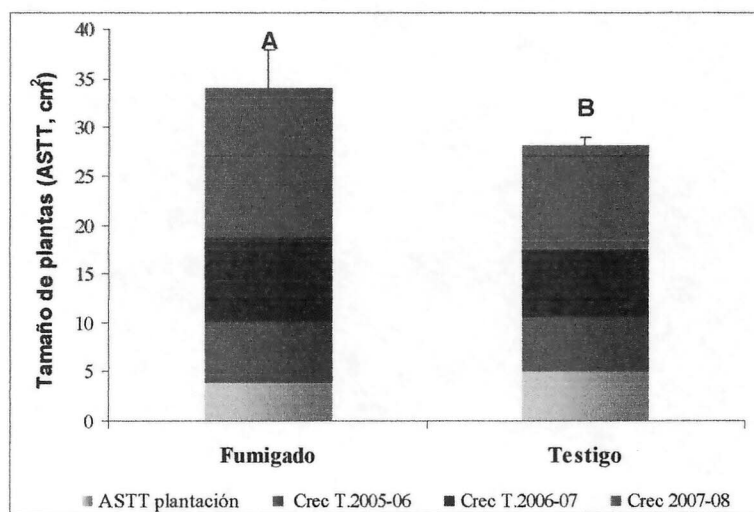


Figura 24. Tamaño final de plantas de cerezo “Bing”, sobre portainjerto Colt, en condiciones de replantación, sobre suelo fumigado y no fumigado, San Fernando (VI Región).

La relación de crecimiento entre el tratamiento de fumigación del suelo y testigo, como se muestra en el Cuadro 17, indica que en la primera temporada de evaluación, no existe un problema de replantación, sin embargo, en las dos temporadas siguientes el valor para esta relación se incremento a valores de 1,22 y 1,42, respectivamente, lo que indica que el problema de replantación se va haciendo evidente con el desarrollo de la especie en el huerto, por lo que sería necesario seguir evaluando en el tiempo, para determinar la tendencia de este comportamiento, hasta ahora un poco confuso.

Cuadro 17. Relación de crecimiento anual entre el tratamiento de fumigado y no fumigado el suelo, para cada temporada de evaluación de plantas de cerezo, (San Fernando, VI Región).

Relación de crecimiento entre tratamiento fumigado: no fumigado		
2006	2007	2008
1,17	1,22	1,42

6. Especie: NOGAL

6.1. Replantación de frutales y efecto del tiempo de espera

Se utilizó un huerto de 20 años de Nogales pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, ubicado en la Comuna de La Pintana, Santiago (Antumapu), con el objetivo de evaluar el efecto de la fumigación de suelo, el secado de plantas previo a la plantación y el tiempo de espera en la superación de problemas de replantación. El huerto fue dividido en tres sectores, correspondiendo cada uno a una hilera del antiguo huerto. Cada hilera fue destinada a un tratamiento que se repite año a año, con plantaciones sucesivas de la especie.

Los tratamientos utilizados fueron: suelo fumigado con bromuro de metilo (97 g/m^2), secado de plantas, mediante corte y tratamiento con herbicida 1 año antes de la plantación, y testigo. Para el tratamiento de fumigación se utilizaron bombonas de Metabromo (98% CH_3Br y 2% cloropicrina), con cobertura plástica. El tratamiento de secado consistió en cortar los árboles y en el punto de corte aplicar un herbicida sistémico, este tratamiento es sugerido en California para la replantación de durazneros y nogales. En marzo del 2004 el huerto fue arrancado y en el invierno del mismo año fue la plantación. La preparación del suelo consistió en subsolado en ambos sentidos, aradura con arado de disco y rastraje. Para el ensayo se implementó un sistema de riego por goteo.

El crecimiento fue evaluado a través del área sección transversal del tronco (ASTT), medido a la plantación y a finales de cada temporada. En todos los casos se plantaron 6 árboles por tratamiento, en el que cada uno es una repetición.

RESULTADOS

Al finalizar la primera temporada de desarrollo para la plantación sin tiempo de espera (0 año), no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos al suelo (Cuadro 18), siendo la relación de crecimiento entre el tratamiento fumigado y testigo de 1,5. El que no existieran diferencias significativas se podría deber a: 1) que no existían problemas de replantación, ya que todos los tratamientos crecieron por igual o; 2) el crecimiento obtenido no fue el suficiente como para permitir que las plantas desarrollaran su crecimiento potencial. Sin embargo, al final de dos años de desarrollo de las plantas en el huerto, la relación de crecimiento fue de 1,9, además de presentarse diferencias significativas entre los tratamientos, lo que indicaría la existencia de problemas de replantación en esta especie y localidad. Este comportamiento deja de manifiesto, que sólo una temporada de evaluación no es suficiente para concluir acerca del problema de replantación, dado que el primer año de plantación esta posiblemente influenciado por el estrés provocado por el transplante.

La plantación realizada con 1 año de espera (plantación 2005), ratifica la existencia del problema de replantación, al encontrar diferencias significativas entre los tratamientos la primera temporada de evaluación, donde la fumigación del suelo presenta un crecimiento un 128% superior con respecto al tratamiento testigo. Las evaluaciones en las temporadas de desarrollo siguiente indicaron nuevamente estas diferencias.

Se puede observar que después de 2 años de espera (plantación 2006) no se presentan diferencias entre la fumigación y el secado de plantas o tratamiento testigo para

la primera temporada de desarrollo; sin embargo, en la segunda temporada nuevamente las diferencias se hacen evidente, por lo que es de esperar, que en la plantación del año 2007 (3 años de espera), si bien en la primera temporada de evaluación no se manifestaron diferencias significativas como en los otros años también observados, es probable que en la evaluación siguiente se manifieste nuevamente el comportamiento de las otras plantaciones.

Cuadro 18. Crecimiento anual de plantas de nogal, expresado como ASTT (cm²), para cada año de plantación y tratamientos al suelo durante el desarrollo del ensayo, Antumapu (R.M.).

Tiempo de espera (años)	Tratamientos	Crecimiento anual de plantas de nogal (ASTT, cm ²)			
		2005	2006	2007	2008
0 años	Fumigado	0,67 a	4,42 c	4,81 a	6,09 b
	No Fumigado	0,45 a	2,05 b	3,14 a	2,90 ab
	Secado	0,62 a	0,74 a	3,43 a	1,49 a
1 año	Fumigado		1,69 b	6,11 b	2,57 b
	No Fumigado		0,74 a	3,15 a	0,56 a
	Secado		0,41 a	1,65 a	0,27 a
2 años	Fumigado			1,63 a	5,20 c
	No Fumigado			1,39 a	2,26 b
	Secado			2,08 a	0,16 a
3 años	Fumigado				1,89 a
	No Fumigado				0,10 a
	Secado				0,16 a

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

En ninguno de los años de plantación (tiempo de espera), el tratamiento de secado de plantas presento buenos resultados, es más, este presenta un crecimiento inferior al testigo. Esto podría indicar que el herbicida aplicado al tronco no se moviliza en la planta como para producir la muerte de una alta proporción de raíces, y con ello la muerte de la microflora que causaría los problemas de replantación. Otra alternativa es que los troncos que permanecen en el terreno se descompongan, generando compuestos que promoverían los problemas de replantación, como ha sido sugerido para frutales de carozo por algunos investigadores.

6.2. Evaluación de diferentes tratamientos al suelo

En Pirque (RM), en el año 2005, aprovechando la replantación de un antiguo huerto en el que muchas plantas habían muerto por *Phytophthora*, se probaron distintos tratamientos al suelo para la superación del problema de replantación, estos son: 1) fumigación, con bombonas de bromuro de metilo; 2) aplicación de guano al hoyo de plantación; 3) tratamiento de fumigación más aplicación de guano, y 4) tratamiento testigo.

Se utilizaron plantas de nogal de la variedad "Chandler"; la plantación se realizó sobre camellones construidos en la entrehilera del huerto anterior, los que fueron regados por goteo. En este caso se utilizaron 4 repeticiones por tratamiento.

RESULTADOS

Al final de la primera temporada de desarrollo, aún cuando todos los tratamientos fueron numéricamente superiores al testigo, entre un 18 y 41%, no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas; sin embargo, este resultado no permite descartar la inexistencia de problemas de replantación, pues podrían diferenciarse al segundo año, tal como ocurrió en la unidad productiva Antumapu. Es necesario indicar que en este primer año de crecimiento se produjo una mortalidad de plantas producto de *Phytophthora* del 25% para el tratamiento de aplicación de guano, y de un 50% para el tratamiento testigo, mientras que los tratamientos con aplicación de bromuro de metilo no se produjo mortalidad.

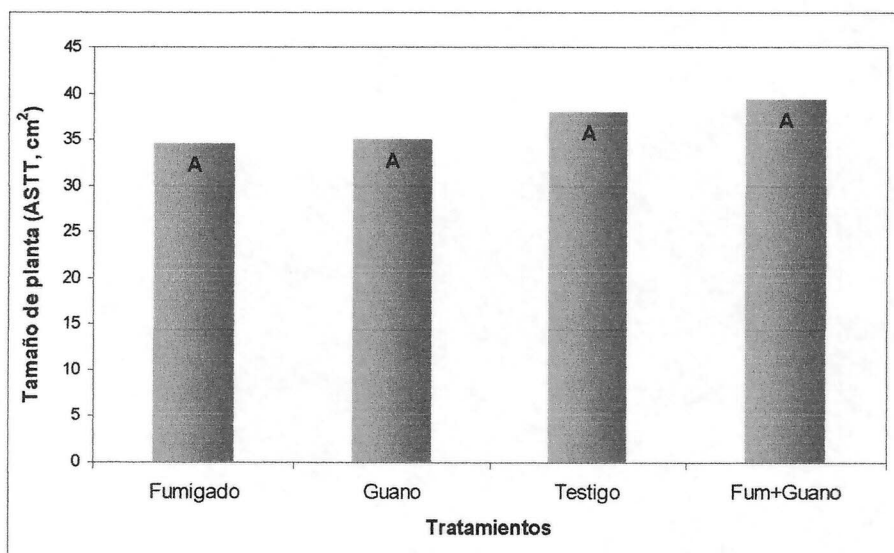


Figura 25. Tamaño final de plantas de nogal (ASTT, cm²), bajo condiciones de replantación, y con distintos tratamientos de aplicación al suelo, Pirque (RM).

Luego de tres temporadas de desarrollo, el tamaño final de plantas, expresado como ASTT (cm²) no presentó diferencias significativas entre los tratamientos como se esperó luego de la primera temporada de desarrollo (Figura 25), aunque, numéricamente el tratamiento que incluyó la combinación de la fumigación del suelo con bromuro de metilo y aplicación de guano, resultó ser superior con respecto a los otros tratamientos. Es importante considerar que al replantar un huerto, es fundamental tomar medida de manejo para prevenir la reinfestación con *Phytophthora*.

6.3. Evaluación de la replantación de nogales en un suelo virgen versus replantado

Este ensayo consistió en la comparación de dos situaciones de suelo, una en donde los dos años anteriores a la plantación se había realizado un vivero de nogales, por lo tanto, se consideró un suelo replantado, y otra, en donde nunca se habían cultivado frutales, sino solamente cultivos anuales, condición considerada como suelo virgen. La plantación se realizó en el 2005.

RESULTADOS

En la primera temporada de evaluación, al contrario de lo esperado, el sector del vivero obtuvo un mayor crecimiento que el sector de suelo “virgen”, lo que indicaría que no existieron problemas de replantación (Figura 26). A pesar de esto, y considerando la fuerte poda de rebaje a la que se sometieron los árboles a la plantación, se esperó a la segunda temporada de evaluación para determinar la presencia o no, del problema de replante. Es así, que en las dos temporadas siguientes de evaluación no se presentaron diferencias estadísticas significativas para el crecimiento de los dos tratamientos, por lo que el tamaño final de plantas, expresado como el ASTT (cm^2), fue similar para ambas condiciones previas a la plantación.

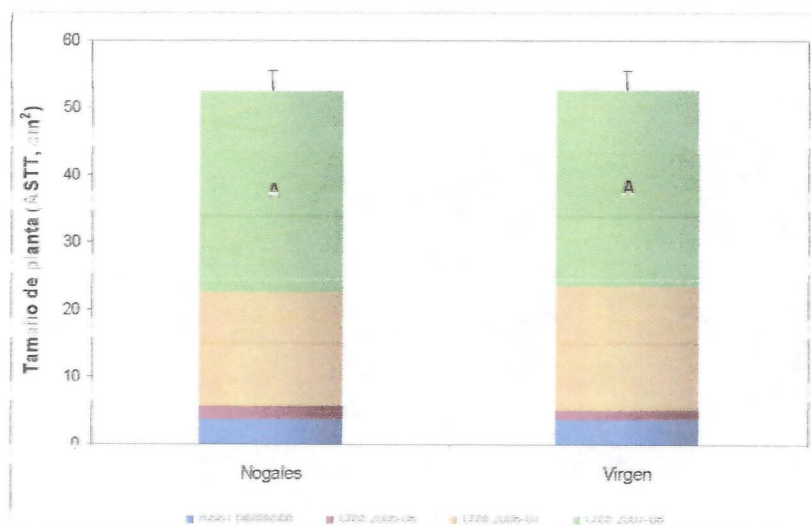


Figura 26. Crecimiento anual de plantas nogal, expresado como ASTT (cm^2), bajo condiciones de replantación y suelo virgen, en la localidad de Pirque (RM).

7. Especie: VID

7.1. Evaluación del crecimiento de la vid “Sultanina” bajo condiciones de replantación

En la localidad de Quinta de Tilcoco, VI Región, se plantaron en agosto de 2003 plantas sobre un suelo en que hasta ese mismo año existía un parrón de “Sultanina”. Se fumigó con bromuro de metilo una superficie aproximada de 10 m², en la que se plantaron 9 plantas de “Sultanina”. Como tratamiento control se utilizó otra área del mismo suelo, también de 10 m², en que se plantaron 9 plantas pero sin fumigar el sustrato. En marzo de 2004 se arrancaron las plantas, y se evaluó su crecimiento, caracterizado por el peso total de la planta, el área sección transversal de tronco (ASTT), número y largo de brotes, número de hojas por brote, área foliar, y largo de entrenudos.

RESULTADOS

Las diferencias de crecimiento al finalizar la temporada de desarrollo fueron evidentes (Figura 27). El crecimiento de las plantas, peso fresco y seco, sobre suelo fumigado fue más de 3 veces al de las plantas sobre suelo no fumigado, lo que indica la existencia y cuantifica la magnitud del problema de replantación (Figura 28).



Figura 27. Aspecto del desarrollo de las plantas del ensayo sobre suelo fumigado (izquierda); y planta desarrollada sobre suelo no fumigado (derecha).

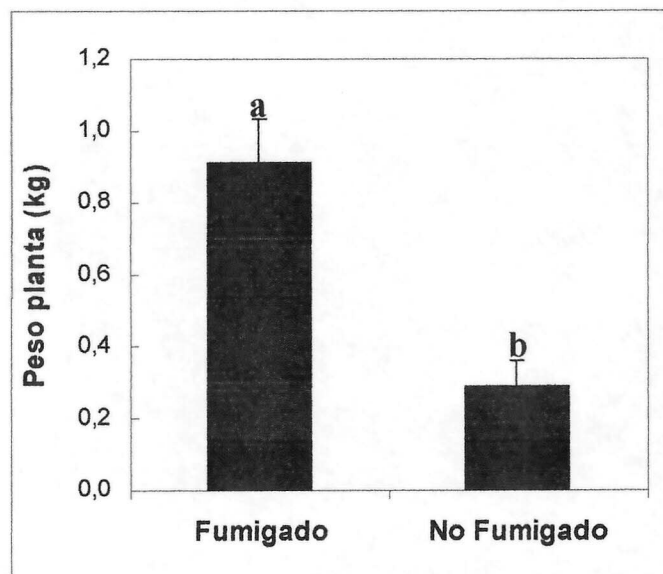


Figura 28. Peso fresco por planta luego de una temporada de desarrollo sobre suelo fumigado y no fumigado. Las barras indican el error estándar. Letras distintas indican diferencias significativas (5%).

El número de brotes no se vio afectado (Figura 29), sin presentar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos al suelo, a diferencia del largo de brotes (Figura 30), así como también el número de hojas por brote, siendo 2,7 y 2,4 veces más, que el de plantas sobre el tratamiento control (no fumigado), respectivamente (Figura 31).

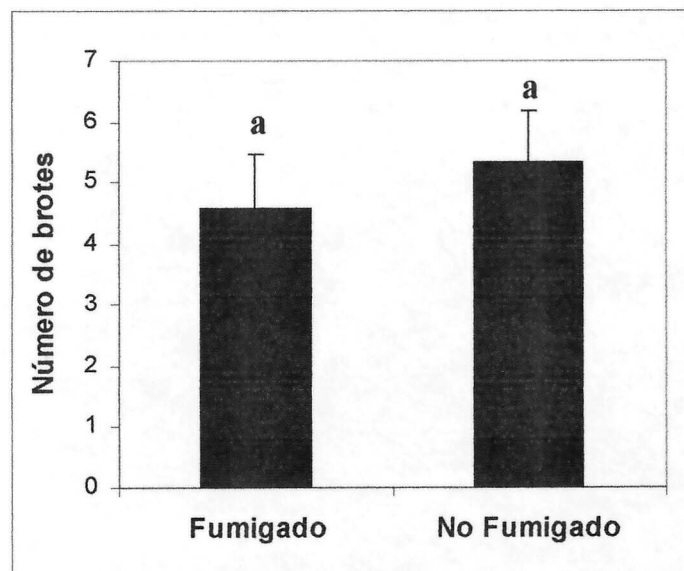


Figura 29. Número de brotes por planta desarrolladas durante una temporada sobre suelo fumigado y no fumigado. Letras distintas indican diferencias significativas (5%).

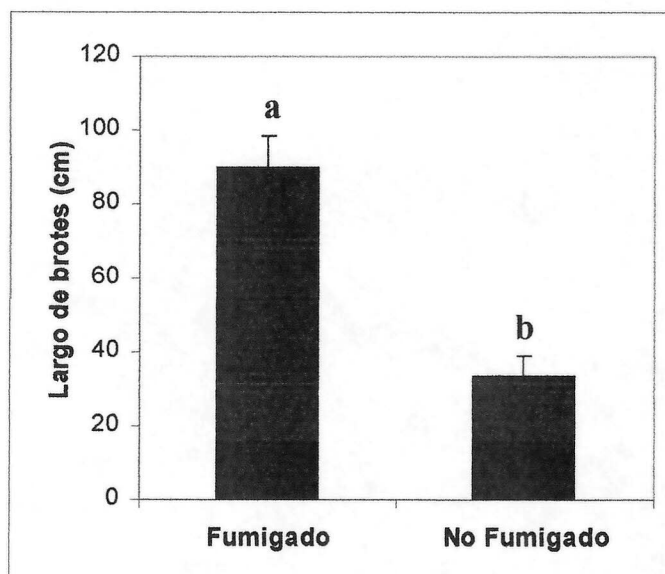


Figura 30. Largo de brotes de plantas desarrolladas durante una temporada sobre suelo fumigado y no fumigado. Letras distintas indican diferencias significativas (5%).

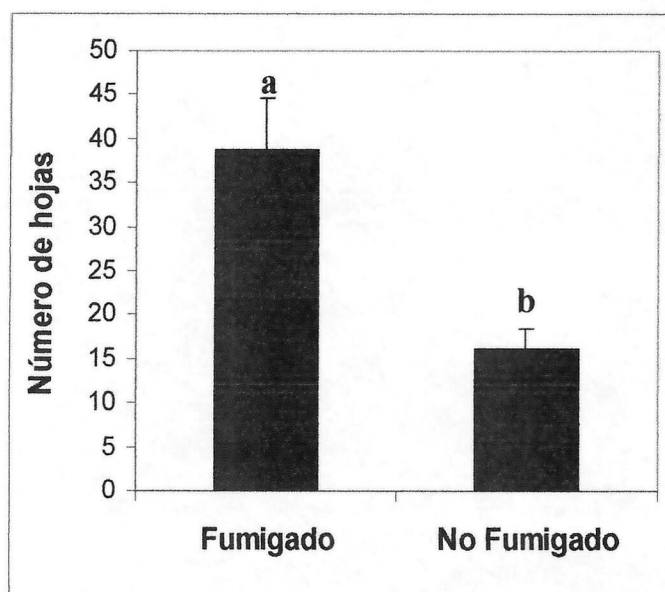


Figura 31. Número de hojas por brote de plantas desarrolladas durante una temporada sobre suelo fumigado y no fumigado. Letras distintas indican diferencias significativas (5%).

El área foliar de la hoja se redujo de 90 cm², en el caso del tratamiento con fumigación a 56 cm², para el tratamiento control, por lo tanto, el área foliar total de las plantas fumigadas de 3,5 m², disminuyó a menos de 1 m² por planta, en el caso del tratamiento sin fumigación. El largo de entrenudos fue de 1,5 veces más en el tratamiento de fumigación; es decir, todas las variables evaluadas mostraron el menor crecimiento de

las plantas sobre suelo no fumigado. El área sección transversal del tronco (ASTT, cm²), se correlacionó positiva y significativamente con el peso de las plantas ($R^2 = 0,82$).

7.2. Evaluación de tratamientos de fumigación bajo condiciones de replantación

Este ensayo se realizó adicionalmente a lo planteado originalmente en el proyecto, por el interés del productor Jaime Prohens, de evaluar la respuesta de la vid frente a diferentes fumigantes en la zona norte del país. Es así, que en un predio ubicado en la localidad de San Lorenzo, IV Región, se estableció en el 2005, un ensayo comparativo de los productos fumigantes de suelo de las empresas TRICAL y DOW Agrosciences, sobre el crecimiento de vides "Flame", además se utilizó el fumigante bromuro de metilo. Estas plantas se encuentran sobre el portainjerto Harmony. Los gastos del establecimiento del ensayo estuvieron a cargo de estas empresas.

RESULTADOS

Al finalizar la primera temporada de desarrollo, el fumigante 1,3-D (gaseoso), perteneciente a la empresa TRICAL, logró diferenciarse estadísticamente de los otros productos fumigantes y del tratamiento control (Cuadro 19), con un crecimiento 3 veces mayor con respecto a los tratamientos de bromuro de metilo y control, y 4 veces más con respecto al producto 1,3-D (riego), lo que indicaría la existencia de problemas de replantación; sin embargo, en la segunda y tercera temporada de evaluación del ensayo, estas diferencias estadísticas desaparecen, no obstante, los diferentes productos fumigantes, numéricamente son superiores al tratamiento control (Cuadro 19).

Cuadro 19. Crecimiento anual de plantas de vid "Flame", expresado como ASTT (cm²) sobre diferentes productos fumigantes y control, en la localidad de San Lorenzo (IV Región).

Tratamiento	Crecimiento anual de plantas de vid (ASTT, cm²)		
	Crecimiento 2005-06	Crecimiento 2006-07	Crecimiento 2007-08
1,3-D (riego)	0,16 a	8,26 a	12,79 a
1,3-D (gaseoso)	0,79 b	9,16 a	12,14 a
Bromuro de Metilo	0,21 a	10,22 a	12,44 a
Testigo	0,21 a	7,70 a	11,18 a

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

El tamaño final de planta alcanzado luego de tres temporadas de desarrollo, si bien no mostró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, existió un crecimiento superior en las plantas con la fumigación de los distintos productos utilizados, así el crecimiento fue un 10,5; 13,1 y 19,1% superior con respecto al control, para los tratamientos con 1,3 d (riego), 1,3 d (gaseoso) y bromuro de metilo, respectivamente (Figura 32).

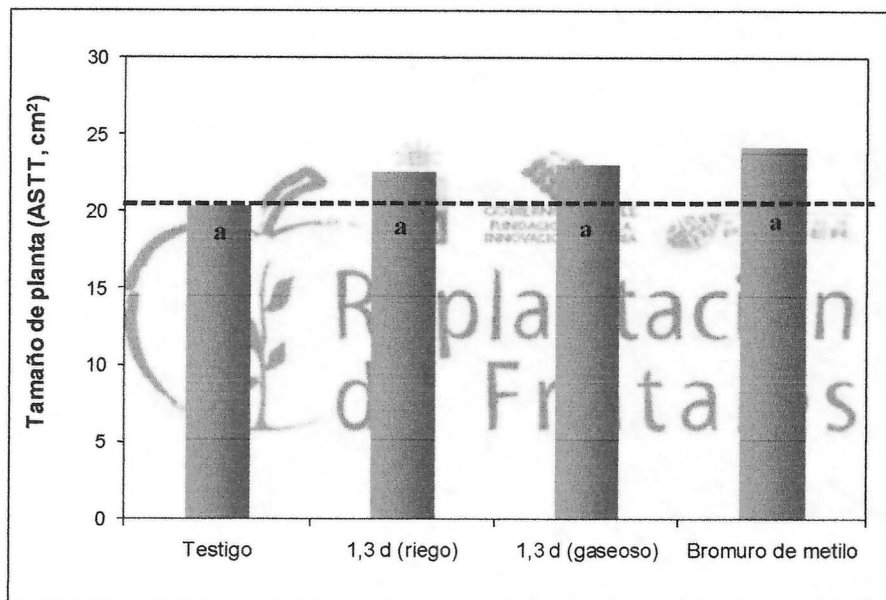


Figura 32. Tamaño final de plantas de vid “Flame” luego de tres temporadas de crecimiento, expresado como el ASTT (cm²), en condiciones de replantación, sobre distintos tratamientos de fumigación de suelo (San Lorenzo, IV Región).

7.3. Evaluación de portainjertos bajo condiciones de replantación

Con el objetivo de determinar la magnitud de problemas de replantación y el comportamiento de distintos portainjertos de vid, se establecieron tres ensayos en diferentes zonas productoras de vid, estas fueron: Quinta de Tilcoco, VI; San Lorenzo, IV y Copiapó, III, durante la temporada 2004-2005. Se utilizaron plantas de vid ‘Sultanina’, sobre los portainjertos Harmony, Freedom, Ramsey, P1103, 4453, 101-14, 3304, R110, SO4, y se establecieron después de arrancar parrones de distintas edades y condiciones. En cada unidad se comparó con un tratamiento testigo (sin fumigación del suelo), con tratamientos de fumigación (suelo sin problemas de replantación). En Quinta de Tilcoco y San Lorenzo, la mitad de la superficie destinada a cada ensayo se fumigó con bromuro de metilo y 1,3-dicloropropeno vía riego, respectivamente; mientras que en Copiapó la fumigación fue con 1,3-dicloropropeno gaseoso (Trical) y 1,3-dicloropropeno vía riego, con dos productos comerciales para este tipo de fumigación.

Es necesario mencionar, que los ensayos realizados en Copiapó y San Lorenzo, correspondieron a ensayos adicionales a los establecidos en proyecto original. De esta manera el ensayo establecido en un predio de la exportadora ACONEX, en Copiapó, fue producto del interés de las empresas de agroquímicos DOW Agrosciences y de la empresa de fumigaciones de suelo TRICAL, junto con el aporte de plantas de portainjertos de vid por parte de Univiveros. En tanto que el ensayo que se estableció en la localidad de San Lorenzo, recibió también, el apoyo de la empresa DOW Agrosciences, junto con la exportadora DOLE y Univiveros.

Al momento de la plantación se evaluó el peso de las plantas y el diámetro de tronco. Al final de cada temporada de crecimiento se midió el diámetro de tronco, con el que se calculó el área sección transversal de tronco (ASTT, cm^2).

RESULTADOS

En las tres localidades evaluadas en este ensayo, la fumigación tuvo un efecto positivo, independiente del portainjerto utilizado, lo que indica que ninguno de los portainjertos es tolerante a estos problemas. Después de cuatro temporadas de evaluación las diferencias aún persisten (invierno 2008), aunque sólo para Quinta de Tilcoco y Copiapó éstas fueron significativas, llegando a tener un ASTT un 87,2 y 30,5% mayor con respecto al control (Figura 33). En San Lorenzo se evidencian sólo diferencias numéricas.

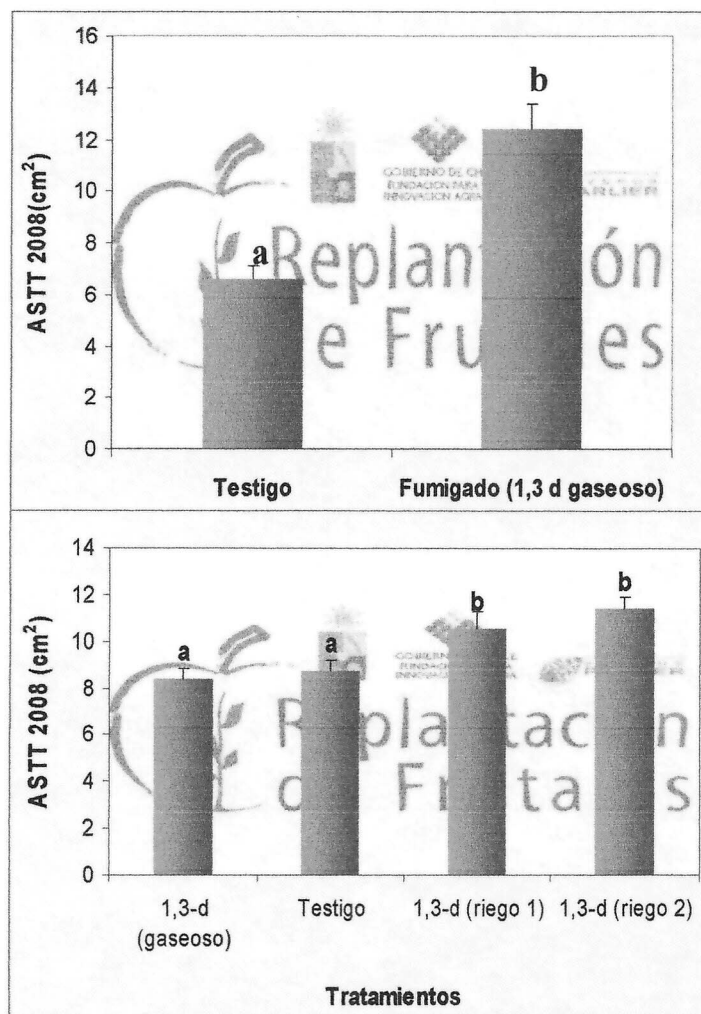


Figura 33. Tamaño de vides “Sultanina” bajo condiciones de replantación con distintos tratamientos de fumigación en Quinta de Tilcoco (superior) y Copiapó (inferior). Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas (5%).

Entre portainjertos, en Quinta de Tilcoco no existieron diferencias significativas, aún cuando las diferencias numéricas fueron importantes. Es así, que los portainjertos R110 y SO4, presentaron un crecimiento final de plantas (ASTT, cm^2) superior en un 56, 2% con respecto al portainjerto Harmony, el cual presentó el menor crecimiento de plantas, siendo éstos los de mayor vigor. En tanto que, los portainjertos P1103, 4453, 101-14, 3304 y Ramsey, presentaron un crecimiento mayor entre un 35,4 y 49,7%, en relación a Harmony; mientras que el portainjerto Freedom, presentó un vigor similar a Harmony, con un crecimiento superior solo en un 4% (Figura 34).

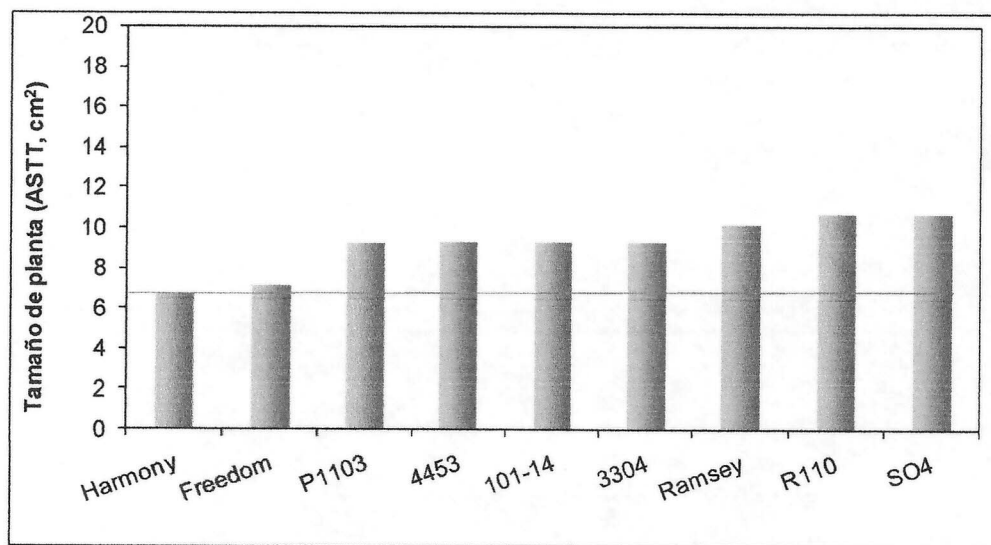


Figura 34. Tamaño final de plantas de vid “Sultanina” (ASTT, cm^2), sobre distintos portainjertos de vid, bajo condiciones de replantación, en la localidad de Quinta de Tilcoco (VI, Región).

Sin embargo, los resultados en las unidades de San Lorenzo y Copiapó, mostraron un comportamiento diferente al del observado en Quinta de Tilcoco. Los portainjertos presentaron diferencias estadísticas significativas para el tamaño final de planta (ASTT, cm^2) (Figuras 35 y 36). Si bien todos los portainjertos se ven igualmente afectados, es posible distinguir, por vigor, 3 grupos: los más vigorosos son 3304 y 4453; medianamente vigorosos SO4, P1103, R110, 101-14, Freedom y Harmony; mientras que Ramsey fue el menos vigoroso. De acuerdo a esto, el comportamiento de vigor de los portainjertos en la zona norte (San Lorenzo y Copiapó) y centro-sur (Quinta de Tilcoco) es diferente

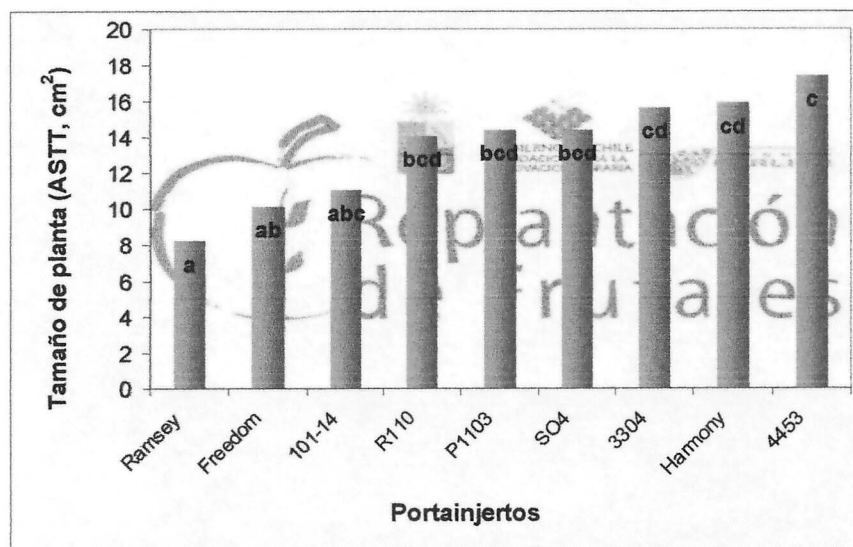


Figura 35. Tamaño final de plantas de vid “Sultanina” (ASTT, cm²), sobre distintos portainjertos de vid, bajo condiciones de replantación, en la localidad de San Lorenzo (IV, Región).

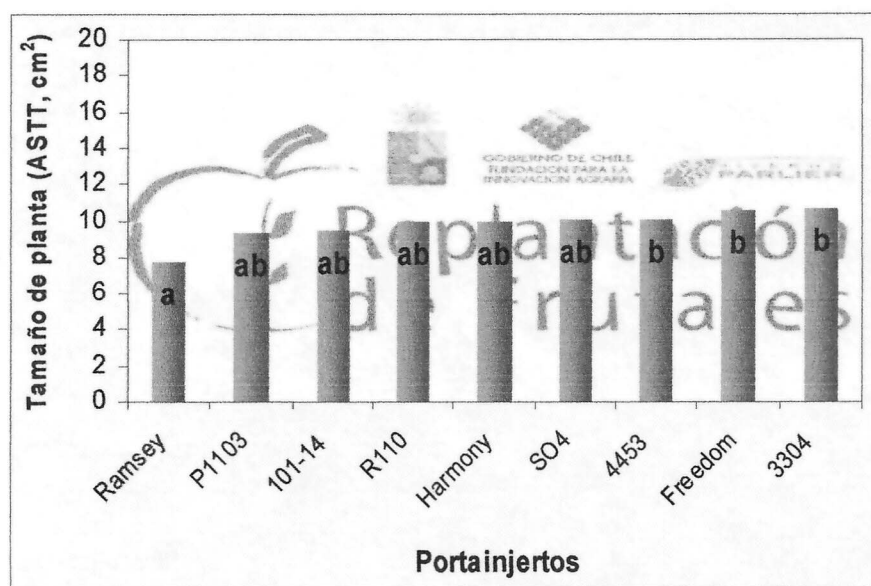


Figura 36. Tamaño final de plantas de vid “Sultanina” (ASTT, cm²), sobre distintos portainjertos de vid, bajo condiciones de replantación, en la localidad de Copiapó (III, Región).

V. PROBLEMAS ENFRENTADOS

Durante el período que se informa no se han presentado problemas de consideración.

VI. ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN

Numerosas y diversas actividades de difusión se realizaron durante el desarrollo del proyecto Replantación de Frutales, con el objetivo de dar a conocer la importancia de este problema en la fruticultura actual y de que manera se está estudiando y evaluando, para disminuir la magnitud de este.

Desde los inicios las actividades de difusión contemplaban, charlas, seminarios, días de campo y publicación de boletines, mediante la creación de una página web del proyecto; sin embargo, surgió el interés de productores, investigadores, académicos y estudiantes, por conocer más acerca del tema, por esto, existieron muchas invitaciones a actividades de mesa redonda, cursos de formación universitaria (pregrado, postgrados y diplomados), y divulgación a través de revistas científicas del área.

A continuación se redactan las actividades de difusión:

11 de mayo de 2004

El inicio de las actividades, correspondió a un Día de Campo en el Fundo El Álamo de Naicura, con el objetivo de difundir de forma general aspectos relacionados al problema de replantación de frutales, y en forma específica sobre la replantación de cerezos. A cargo de la exposición estuvo el Coordinador de la Asesoría de la Universidad de Chile, profesor Gabino Reginato M. A la actividad asistieron 63 personas, dentro de las cuales se encontraban: técnicos, productores, académicos y estudiantes relacionados al tema.

14 de mayo de 2004

En la Convención Anual de productores de fruta, organizada por FEDEFruta, realizada en la Expoagro, se realizó la conferencia “Importancia de la replantación en frutales de carozo”, la cual estuvo a cargo del Coordinador de la Asesoría de la Universidad de Chile, profesor Gabino Reginato M. A esta presentación acudió un grupo de 60 personas. Esta actividad estuvo entre varias charlas que se dictaron durante el día, todas con relación a este tipo de frutales.

Mayo de 2004

Se presentó en el Diplomado “Fundamentos fisiológicos de la vid”, de la Universidad de Chile, la clase de “Problemas de replantación de frutales”, a cargo del Coordinador de la Asesoría de la Universidad de Chile, Gabino Reginato M. En el curso de pregrado, Vitivinicultura, el encargado de la ejecución y evaluación de ensayos, Claudio Córdova C., dictó la clase de “Replantación en vides y otros frutales”, donde expuso acerca de la problemática de la replantación, sus efectos y mecanismos de control.

8 de junio de 2004

Finalizando el primer semestre del 2004, se realizó una actividad organizada por la empresa distribuidora de pesticidas Martínez y Valdivieso, quienes solicitaron la presencia del Coordinador de la Asesoría de la Universidad de Chile, en la ciudad de Curicó, para dictar la charla de “Replantación de Frutales”, para los jefes técnicos de exportadoras de fruta de VII Región. La información se presentó con apoyo visual (proyector), y correspondió a las bases del problema de replantación y a las experiencias acumuladas en el país.

Segundo semestre de 2004

La principal actividad de difusión fue la apertura en red del sitio web: www.replantacion.cl, en el que se explican las características del problema y que se busca obtener con el proyecto. Además, en la sección avances de la página web, se publicaron los dos primeros boletines de difusión, de una serie que concluiría en 5 ejemplares.

29 de abril de 2005

Se realizó una presentación general del tema de Replantación de frutales, con especificidad para la especie frutal “vid”, a los alumnos del curso de Viticultura, de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. El título de esta presentación fue “Replantación de vides y otros frutales”. Asistieron a la presentación 25 personas.

30 de abril de 2005

En la ciudad de Copiapó, se dictó nuevamente la presentación “Replantación de vides y otros frutales”, para los asistentes al DIPLOMADO EN NEGOCIOS AGROINDUSTRIALES de CORPROA, dentro de los asistentes (20 personas) se encontraban, mayoritariamente, agrónomos de importantes empresas frutícolas de la zona. A cargo de estas actividades estuvo Claudio Córdova C., Encargado del proyecto

10 y 11 de mayo de 2005

Se realizaron 3 días de campo “Replantación de manzanos” en las unidades productivas de Univiveros, Frutal y La Alborada. El total de asistentes fue 23 personas, entre las que se encontraban técnicos de empresas frutícolas, viveros, distribuidoras de productos químicos; académicos de universidades; asesores frutícolas y algunos estudiantes. A cargo de esta actividad estuvo el profesor Gabino Reginato M. y el Encargado del proyecto Claudio Córdova C.

12 de mayo de 2005

Se publicó en el sitio web del proyecto, www.replantacion.cl, y a través de la red de informantes, el Boletín N°3 “Replantación de manzanos”. En el que se presentaron los resultados de los ensayos de esta especie hasta la fecha evaluados y analizados. También este día, se realizó en el centro de eventos del Hotel Fundador, el lanzamiento oficial del sitio web: www.replantacion.cl. En esta ceremonia el entonces Decano de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, Don Mario Silva G., el Gerente de Viveros Parlier, Don Tomás Hunneus M. y el Profesor Gabino Reginato M., Coordinador de la asesoría de la Universidad de Chile, se dirigieron a los asistentes a tal evento. Se expusieron los objetivos del proyecto y su importancia, y se hizo una demostración de las distintas secciones del sitio web.

6 a 10 de junio de 2005

En Bursa, Turquía, se presentó el póster del trabajo “Rootstock and management practices evaluation to avoid cherry replant disease in Chile”, en el 5th International Cherry Symposium. La presentación estuvo a cargo del profesor Gabino Reginato M., Coordinador de la Asesoría de la Universidad de Chile.

22 y 23 de junio en Copiapó y Vallenar, y 13 de julio de 2005 en Ovalle

En el marco de los Encuentros Provinciales de Productores Frutícolas, se realizó la presentación “Replantación de vides”. La organización de esta actividad fue realizada por FEDEFruta, y la exposición por parte del profesor Gabino Reginato M.

Adicionalmente, esta presentación se expuso también, en la Expoagro 2005, realizada en el Espacio Riesco, evento también organizado por FEDEFruta. La empresa Dow Agrosciences, que colabora en el proyecto, facilitando la evaluación de un fumigante líquido de amplio uso en EE.UU, solicitó esta presentación para ser presentada a un grupo de importantes agricultores de la IV región.

11 a 14 de octubre de 2005

En Chillán, el 56° Congreso Agronómico, se realizaron exposiciones de los siguientes trabajos: “Evaluación de patrones de manzano en el establecimiento de huertos bajo condiciones de replantación” y “Diagnóstico del problema de replantación en duraznero y manzano, mediante ensayos en macetas”; además se presentaron los pósteres: “Evaluación de prácticas de manejo en el establecimiento de huertos de manzano bajo condiciones de replantación” y “Efecto de tratamientos al suelo sobre el crecimiento de plantas provenientes de vivero, intercaladas en huertos adultos de perales”. Las presentaciones estuvieron a cargo del profesor Gabino Reginato M.

9 a 12 de noviembre de 2005

En el XI Simposio Internacional sobre el manzano y frutales de clima templado, realizado en Chihuahua, México; se presentó el tema “Problemas de replantación en

manzano y su manejo”. La organización de este evento estuvo a cargo de la Asociación de Manzaneros de Cuauhtemoc, A.C. y UNIFRUT; la presentación fue realizada por el profesor Gabino Reginato M. Además, para este simposio, se preparó un documento con el mismo título, el que fue publicado en las memorias del XI Simposio Internacional sobre manzano y frutales de clima templado. Vol 11, N° 4.

14 y 15 diciembre de 2005

En Ovalle (IV Región), el INIA, organizó el seminario de cerezos, dentro del cual se realizó la charla “Replantación de cerezos”. La presentación estuvo a cargo del profesor Gabino Reginato M. En el marco de este seminario se realizó el lanzamiento del libro “El cultivo del cerezo”, Boletín INIA N°133, editado por Gamalier Lemus. El capítulo 11 de este ejemplar, se titula “Replantación de cerezos”, escrito por Gabino Reginato y Claudio Córdova, donde la información que ahí se presenta es la obtenida con la investigación del proyecto.

5 de mayo de 2006

La presentación “Replantación de vides y otros frutales” fue expuesta en el curso de pregrado de la Universidad de Chile, Viticultura. Abordando el tema en general y con algunas especificaciones para la vid.

5 de octubre de 2006

CHILENUT organizó el encuentro de productores de nueces, en el marco de la Rueda de Negocios organizada anualmente por FEDEFRUTA; en esa oportunidad se realizó la charla “Replantación de nogales” a cargo del profesor Gabino Reginato M., Coordinador de la Asesoría de la Universidad de Chile. También, durante este mes, se publicó en el sitio web del proyecto www.replantacion.cl, el boletín N°4 “Replantación de nogales”.

17 a 20 de octubre de 2006

En el 57° Congreso Agronómico de Chile, en la ciudad de Santiago, se expusieron los trabajos “Evaluación del primer año de crecimiento de portainjertos de duraznero y ciruelo en condiciones de replantación” y el póster “Evaluación de patrones de manzano bajo condiciones de replantación, al segundo año”. A cargo de estas presentaciones estuvo el coordinador de la asesoría de la Universidad de Chile, el profesor Gabino Reginato M.

30 de mayo de 2007

Se presentó la charla “Replantación de vides”, en el marco de las reuniones a productores frutícolas, organizada por FEDEFRUTA, a la cual asistieron 40 personas, entre productores y técnicos. La presentación estuvo a cargo del profesor Gabino Reginato M.

24 de julio de 2007

Se realizó un Día de Campo, en el que se presentaron los resultados para las diversas especies evaluadas en el transcurso del Proyecto, así como un análisis de la experiencia acumulada; la presentación se realizó en el restaurant Bavaria de Paine, y estuvo a cargo del profesor Gabino Reginato M., y del encargado del proyecto, Claudio Córdova C. Este evento contó con una amplia asistencia de público (sobre 60 personas) de diversas empresas relacionadas al tema.

Fines de julio de 2007

Se publicó en la página web del proyecto: www.replantacion.cl, el boletín N°5 del proyecto, que aborda el tema de la replantación de ciruelos y duraznero.

11 a 14 de septiembre de 2007

En el 58° Congreso Agronómico, realizado en Arica, se expuso el trabajo “Comportamiento vegetativo de seis portainjertos de manzano en situaciones de replantación” y el póster “Evaluación del problema de la replantación y del tiempo de espera previo a la plantación sobre el crecimiento en diferentes especies frutales”; a cargo de estas presentaciones estuvo Claudio Córdova, encargado del proyecto.

Noviembre de 2007

Se realizó en Viña del Mar, el Congreso Mundial de la Palta, donde el profesor Gabino Reginato, Coordinador de la Asesoría de la Universidad de Chile, presentó el trabajo “Evaluación de tratamientos al suelo para prevenir el problema de replantación en paltos”, además se preparó un documento escrito del trabajo en español e inglés, los que serán publicados en las actas del congreso.

Agosto de 2008

En la Revista Frutícola, Copefrut S.A., de agosto de 2008 N° 2, Especial Manzanas, se publicó el artículo “Replantación de huertos de manzano”, de los autores Gabino Reginato M. y Karen Mesa J., dando a conocer la investigación realizada en el proyecto Replantación de Frutales. Este artículo fue publicado en la página web del proyecto. Se adjunta en el CD y anexo de este informe.

9 de septiembre de 2008

Para finalizar las actividades de difusión del proyecto Replantación de Frutales, se realizó una reunión técnica del proyecto, en la ciudad de San Fernando, en el centro de eventos El Tyrol, con el objetivo de dar a conocer los resultados finales de los ensayos desarrollados durante los cinco años de investigación. La divulgación del evento fue a través de la base de datos de la página web del proyecto; por medio escrito, publicando el aviso en la Revista del Campo, en dos oportunidades, y mediante la difusión por parte de

las instituciones ejecutoras del proyecto. La charla denominada “Problemas de replantación y su manejo en: manzano, duraznero, cerezo, nogal, vid y ciruelo” estuvo a cargo del Coordinador de la Asesoría de la Universidad de Chile, el profesor Gabino Reginato M. A tal evento asistieron personas de diversas empresas relacionadas al tema, asesores y técnicos. La presentación se publicó en la página web del proyecto. La presentación se adjunta en el CD y anexo de este informe.

7 a 10 de octubre 2008

En el 59° Congreso Agronómico de Chile, realizado en la ciudad de La Serena, se expuso con una presentación en póster el tema “Comportamiento Vegetativo de 9 portainjertos de vid bajo condiciones de replantación”, de los autores Gabino Reginato M., Karen Mesa J. y Claudio Córdova C. (ver anexo).

VII. PROGRAMA PRÓXIMO PERÍODO

En este Informe Final, se da término a cinco años de investigación en el tema de la Replantación de Frutales en Chile, y las acciones necesarias para la sustentabilidad futura de la industria frutícola en diversas especies frutales, como: manzano, peral, ciruelo, duraznero, cerezo, nogal y vid. Por lo tanto, se da fin al desarrollo técnico de próximas actividades dentro del proyecto; no obstante, es de gran interés por parte del equipo técnico del proyecto, lograr divulgar la información recopilada y analizada de la investigación, a toda el área científica de las ciencias agrarias y público interesado en el tema, mediante un documento impreso, en formato libro, para que sea de conocimiento nacional e internacional la experiencia de este proyecto.

VIII. OTROS ASPECTOS DE INTERÉS

En este último informe los ensayos que surgieron en forma anexa, por el interés de productores, técnicos, empresas relacionadas al tema, o por el equipo técnico del proyecto, durante el desarrollo del proyecto, que fueron publicados en este ítem, se incorporaron a los resultados finales del ítem IV, actividad 1.29 evaluación de plantas.

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El problema de la replantación de frutales existe, bajo algunas condiciones en Chile, con alto grado de variabilidad, dependiendo de la zona, condición de espera o portainjerto utilizado; por lo tanto es y será un tema de interés en la fruticultura nacional, debido a la magnitud del problema que se ha logrado cuantificar en diversas especies y zonas del país.

Es necesario realizar más estudios para determinar la persistencia del problema, para así decidir tiempos de esperas adecuados que aseguren el éxito de las nuevas plantaciones.

Bajo las condiciones locales, existe disponibilidad de medidas de control a implementar, que permiten superar eficientemente el problema, las que deben evaluarse económicamente.

La práctica de fumigación de suelos supera, en todos los casos y en forma persistente, el problema de la replantación.

X. ANEXOS

Anexo 1. Presentación “Problemas de replantación y su manejo en: manzano, duraznero, cerezo, nogal, vid, ciruelo” realizada en la reunión técnica del proyecto Replantación de Frutales, en la ciudad de San Fernando, en el mes de septiembre.

Replantación de Frutales

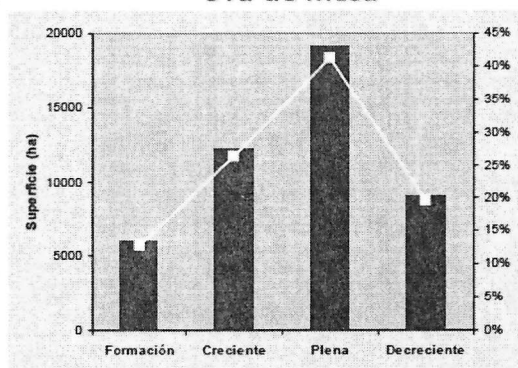
Proyecto FIA
PI-C-2003-1-A010

Julio 2007

Replantación

- Cambio por baja rentabilidad
 - ✓ Baja productividad
 - ✓ Menor valor de las variedades
 - ✓ Mayor costo de manejo
- Zonas de menores alternativas
- Especialización del agricultor
- Especialización de áreas de cultivo

Situación nacional Uva de mesa



Problema de
replantación



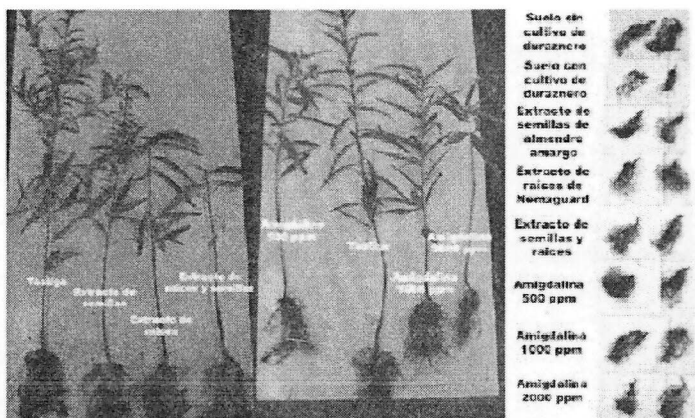
Síntomas

- 1) Reducción temprana del crecimiento
- 2) Crecimiento irregular de las plantas;
- 3) Distribución uniforme o desuniforme en el campo
- 4) Síntomas de deficiencia escasos
 - A veces se detecta magnesio
 - Nunca nitrógeno

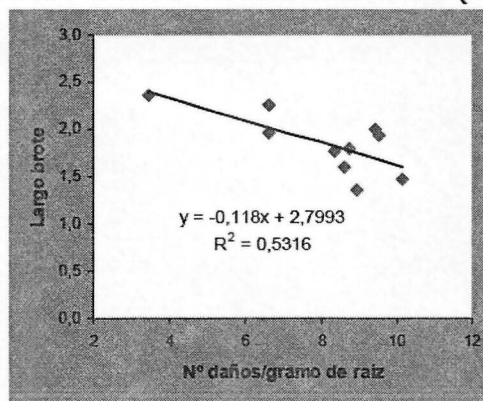
Características

- 1) Previsibilidad
 - Inducida mediante residuos en el suelo sano
 - Aumenta con condiciones de menor humificación
 - Efecto proporcional a la dilución del suelo
- 2) Inmovilidad
 - No se difunde en el suelo
 - No existe si se fumiga el hoyo de plantación

Componentes de rechazo Duraznero (PUC)



Nematodos Efecto sobre el crecimiento (UCH)



¿Cómo obviar el problema? (Zucconi y Monaco, 1986)

■ Manejo del suelo

- Eliminación de residuos
- Activar la humificación
 - Adición de fertilizante orgánico
 - Adición de nitratos
 - Araduras periódicas
- Contacto gradual con el problema
 - Terreno fresco en el hoyo
 - Fumigación
 - Cambio de suelo

¿Cómo obviar el problema? (Zucconi y Monaco, 1986)

■ Manejo en el árbol

- Portainjertos "resistentes"

Otras acciones de prevención

- Tiempos de espera (4 años, 25%/año)
- Aplicación de MAP en manzano
- Aplicación de fungicida y turba
- Desinfección con formalina
- Aplicación de mancozeb
- Plantas antagonistas
- Control biológico
- Secado del árbol

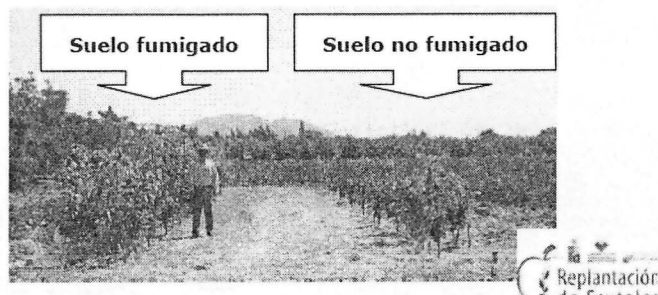
Tratamientos al suelo

- Bromuro de metilo (fase de eliminación)
- 1,3-D (1,3-dicloropropeno)
- Cloropicrina
- MITC (Metilisotiocianato) Basamid, Vapam
- Calor

Metodología de ensayos

Comparación entre tratamientos:

» Fumigado v/s No fumigado

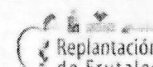
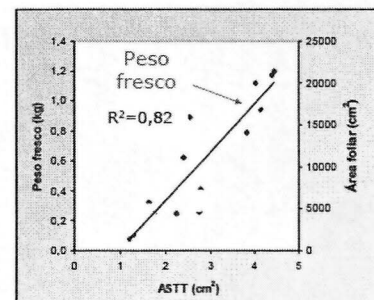


Metodología de ensayos

Evaluaciones:

☐ Crecimiento

- ☐ Peso
- ☐ Área foliar
- ☐ ASTT

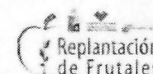


Ensayo # 1



Cerezos

Evaluación del crecimiento de 10 portainjertos de cerezo bajo condiciones de replantación
Naicura VI R



Ensayo # 1

Objetivo:

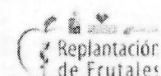
Evaluar la adaptabilidad de 10 portainjertos bajo condiciones de replantación

Temporada 2002-2003

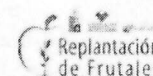
Huerto adulto de cerezos sobre *P. mahaleb*

Tratamientos:

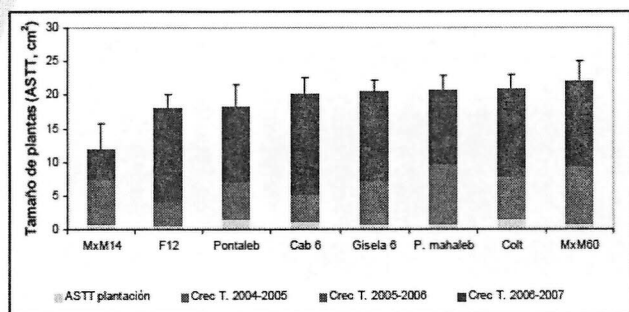
- Suelo Fumigado (Bromuro de metilo)
- Suelo No fumigado



Variedad	Patrón
Summit	Gisela 5
	Gisela 6
	Mahaleb
	Maxma 14
	W 158
Bing	Cab 6
	F 12
	Colt
Regina	Maxma 60
Sweetheart	SL 64

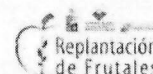


Romeral, portainjertos



Sin embargo, entre portainjertos no se encontraron diferencias

Crecimiento de cerezos en condiciones de replantación, con diferentes tiempos de espera



Objetivo:

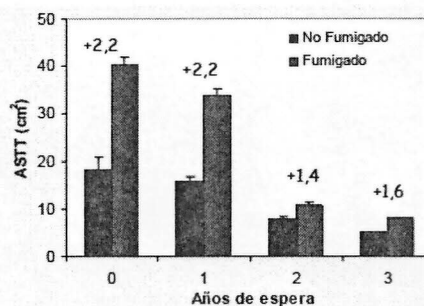
Evaluar el efecto de 0, 1, 2 y 3 años de espera en la superación del problema de replantación

Unidades: Naicura y Romeral

Tratamientos:

- Suelo Fumigado y No Fumigado
- 0, 1, 2 y 3 año de espera

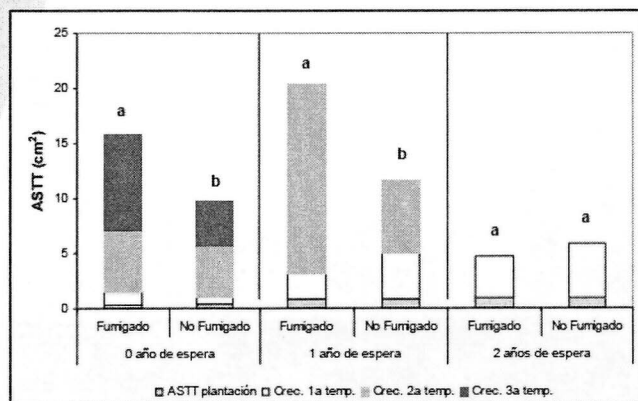
Naicura, tiempo de espera



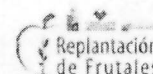
Efecto al primer año



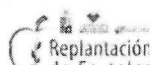
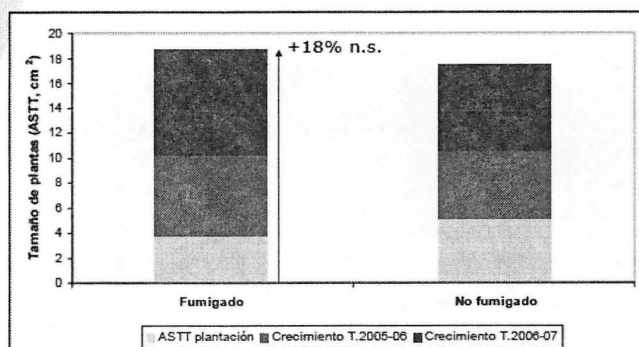
Romeral, tiempo de espera



Crecimiento de Cerezos en condiciones de replantación, utilizando distintos tratamientos de fumigación



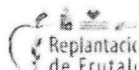
Cerezos/manzanos



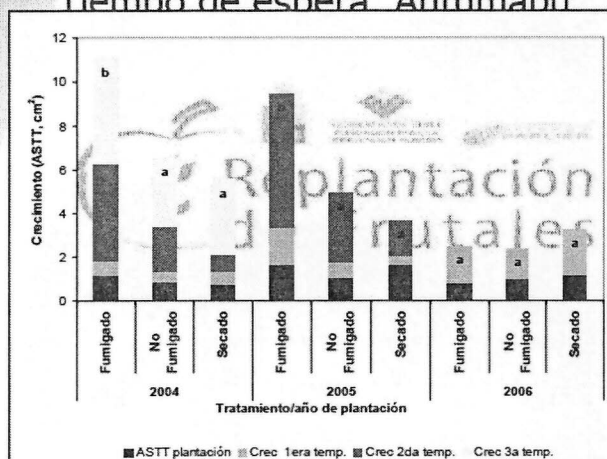
Nogales

Replantación de nogales

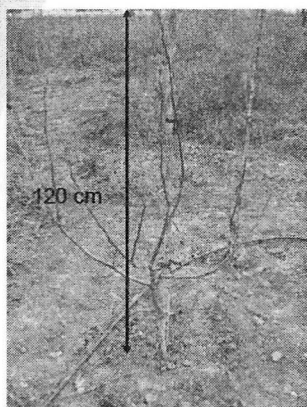
- **Ensayo 1:** Tiempo de espera (Antumapu y Requínoa)
 - ✓ 1, 2 y 3 años de espera
 - ✓ Comparación tratamientos con y sin fumigación (bromuro de metilo) y secado de plantas
- **Ensayo 2:** Tratamientos al suelo (Pirque)
 - ✓ Comparación tratamientos con y sin fumigación (bromuro de metilo), y aplicaciones de guano
- **Ensayo 3:** Comparación suelo virgen vs suelo replantación (Huechún)



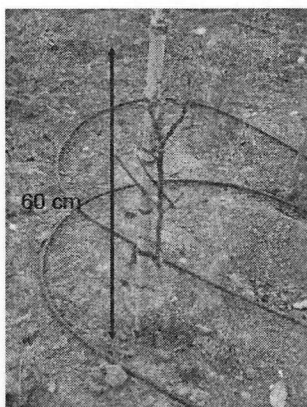
Tiempo de espera Antumapu



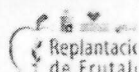
Antumapu 1, 2 y 3 años



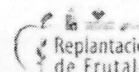
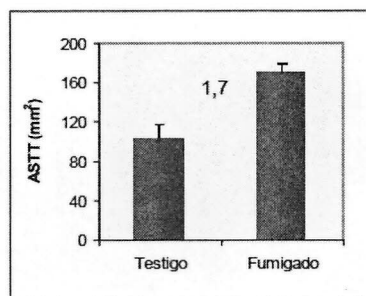
Fumigado



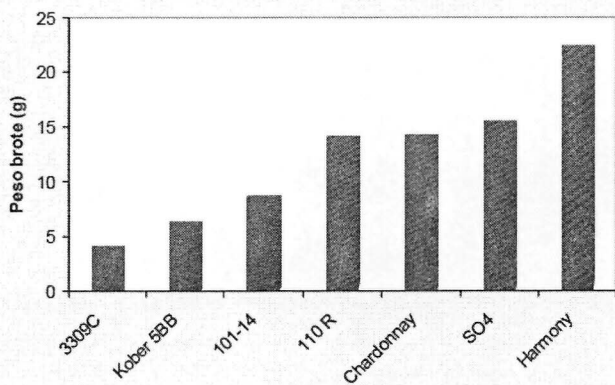
No Fumigado



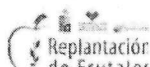
Tiempo de espera, Requínoa



Portainjertos (UCH)

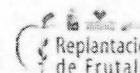


Fuente: Mancilla (2004)



Replantación de vides

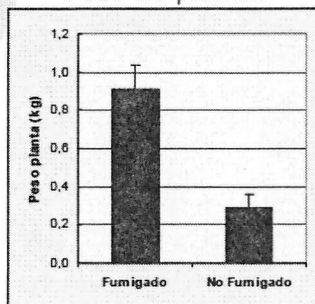
- **Ensayo 1:** Comparación fumigado vs no fumigado (Qta de Tilcoco, VI R)
- **Ensayo 2:** Evaluación de fumigantes, en condiciones de replantación (J. Prohens, San Lorenzo IV R)
- **Ensayo 3:** Evaluación de portainjertos, en condiciones de replantación 1) DOLE (San Lorenzo IV R)
2) ACONEX (Copiapó III R)
3) Frutal (Quinta de Tilcoco VI R)



Ensayo # 1

Reginato y Córdova, 2004

Peso de plantas

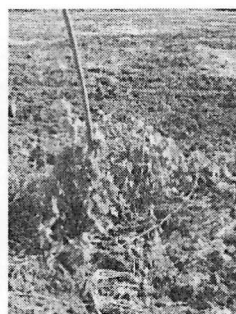


No fumigado Fumigado



Vides 'Sultanina'

Reginato y Córdova, 2004



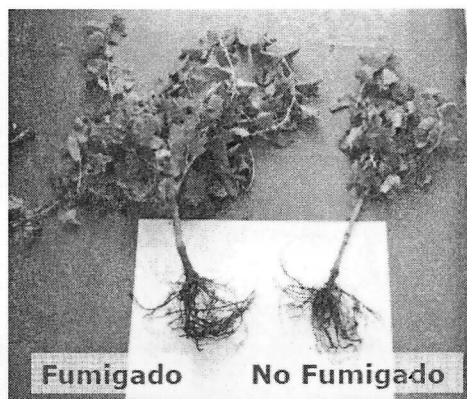
Fumigado



No Fumigado

Ensayo # 1

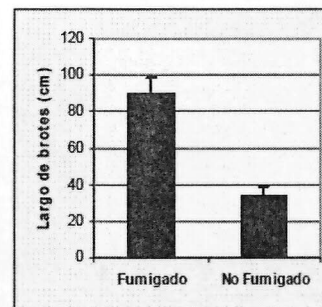
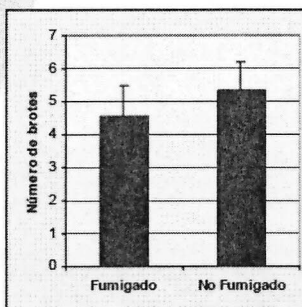
Ensayo # 1



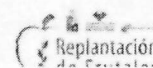
Fumigado

No Fumigado

Vides 'Sultanina'

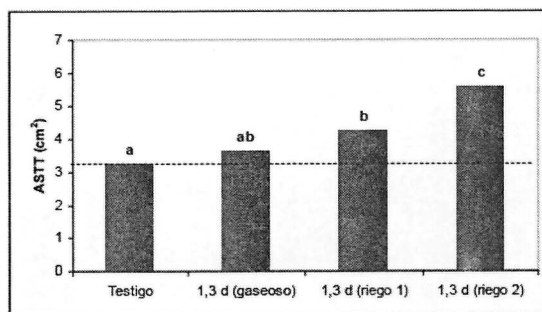


Ensayo # 1

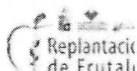


Portainjertos (III R)

ACONEX

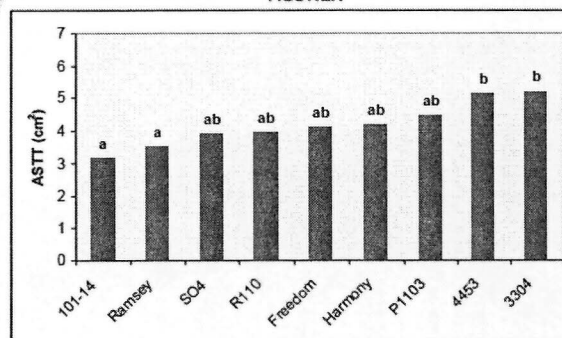


Plantación 2005

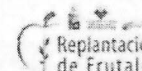


Portainjertos (III R)

ACONEX

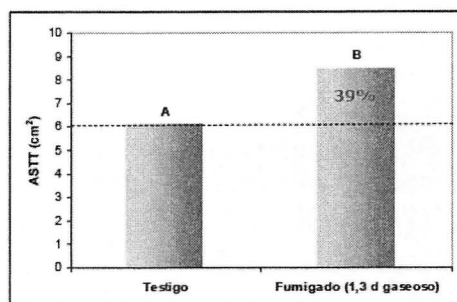


Plantación 2005

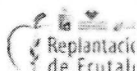


Portainjertos (VI R)

FRUTAL Ltda.

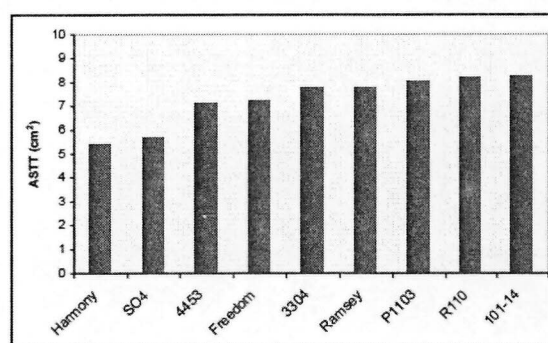


Plantación 2004

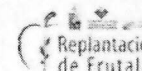


Portainjertos (VI R)

FRUTAL Ltda.



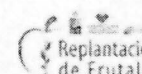
Plantación 2004



Duraznero

Replantación de durazneros

- **Ensayo 1:** Tiempo de espera (0, 1 y 2 años de espera)
 - Tratamientos Antumapu: fumigado, nematicida, secado de plantas y testigo
 - Tratamientos Parlier: fumigado y testigo
- **Ensayo 2:** Evaluación de portainjertos, en condiciones de replantación 1) Antumapu (Santiago RM)
2) Viveros Parlier (Champa RM)

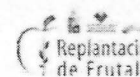




Ciruelos

Replantación de ciruelos

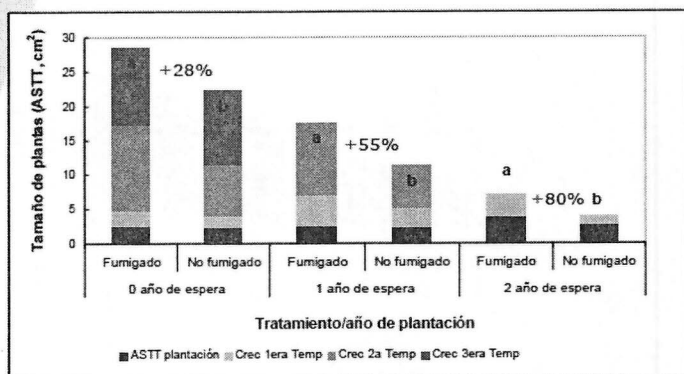
- Ensayo 1: Tiempo de espera (0, 1 y 2 años de espera)
 - Tratamientos Parlier: fumigado y testigo
- Ensayo 2: Evaluación de portainjertos, en condiciones de replantación 1) Viveros Parlier (Champa RM)
- Ensayo 3: Evaluación de huerto Ciruelos D'Agen, 5 años



Tiempo de espera

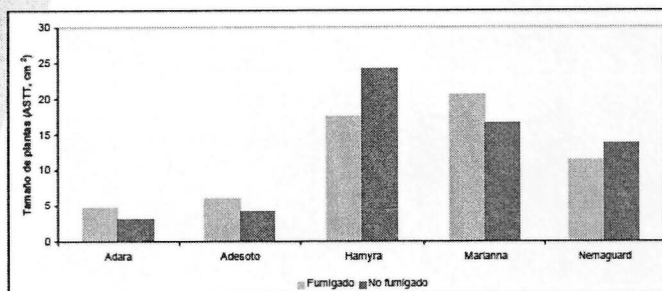
Ensayo # 1

Ciruelos, Parlier



Portainjertos de Ciruelo Parlier

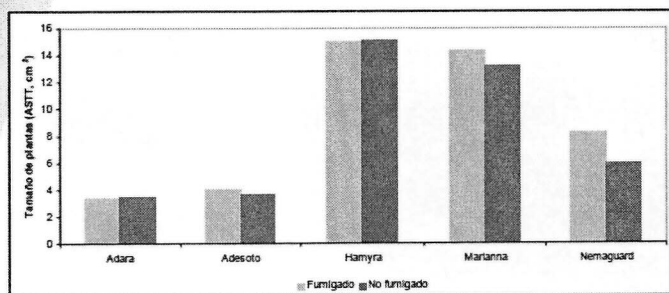
Ensayo # 2



Ciruelo/Ciruelos

Portainjertos de Ciruelo Parlier

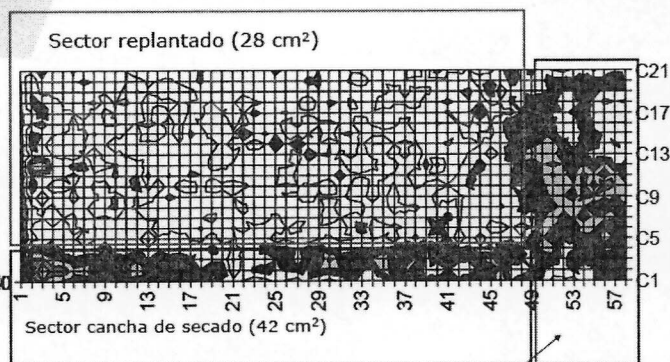
Ensayo # 2



Ciruelo/Duraznero

Huerto de ciruelos D'Agen, 5 años

Ensayo # 3



Sector virgen (40 cm²)

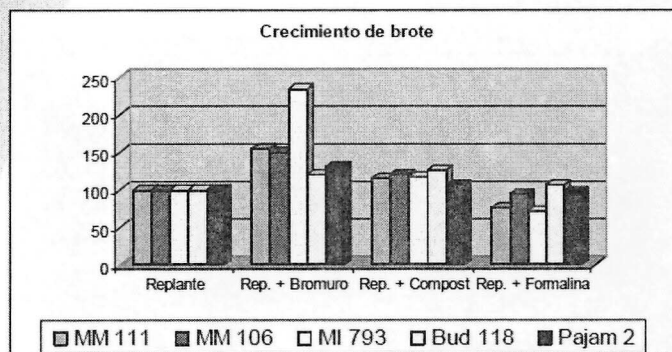
Experiencia previa en Chile

UCV

Butrón (1997)

- MM111, MM106, MI793, Bud 118 y Pajam 2
- Evaluación en terreno
- Suelo de replante
- Suelo virgen
- Tratamientos con BrMe y materia orgánica

Butrón, 1997



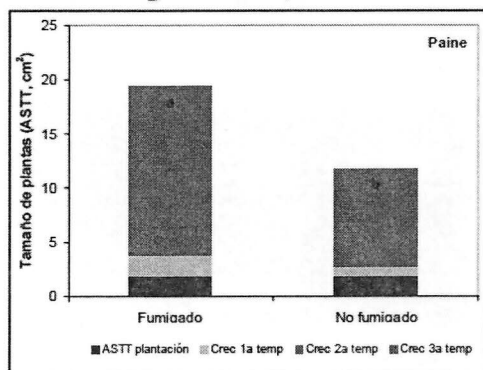
Replantación de Frutales

Replantación de Frutales

Ensayo # 1

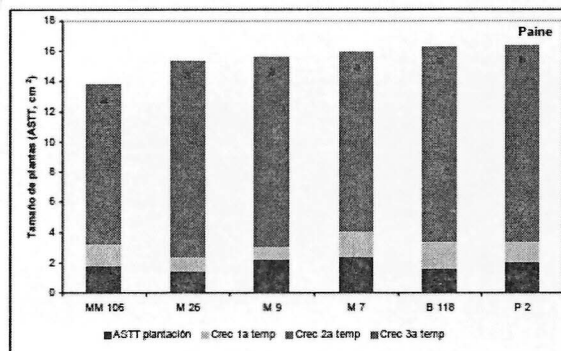
Ensayo # 1

Portainjertos, Univiveros



Replantación de Frutales

Portainjertos, Univiveros

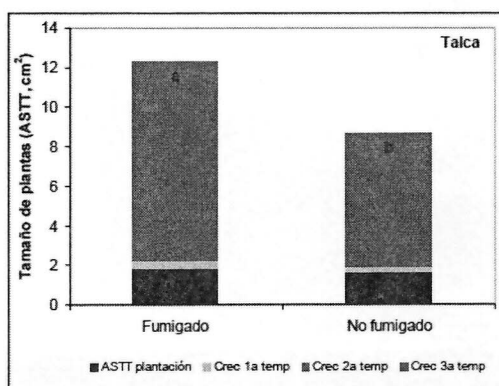


Replantación de Frutales

Ensayo # 2

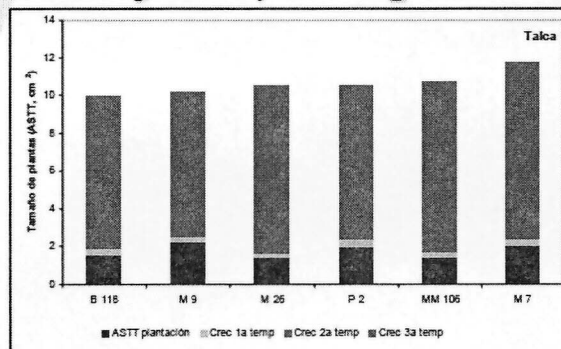
Ensayo # 2

Portainjertos, Sn Ag de Aurora



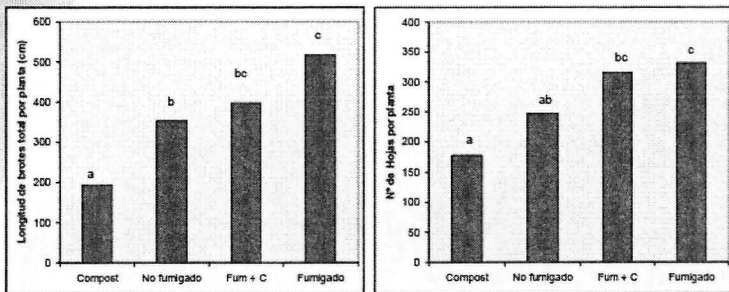
Replantación de Frutales

Portainjertos, Sn Ag de Aurora

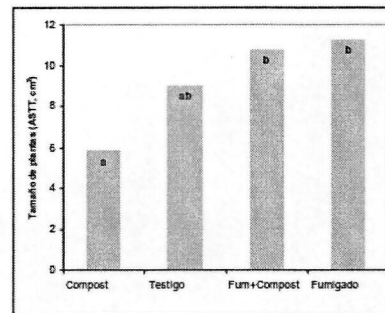


Replantación de Frutales

Largo de brotes y n° de hojas por planta (1era temp)



ASTT, 3era temp



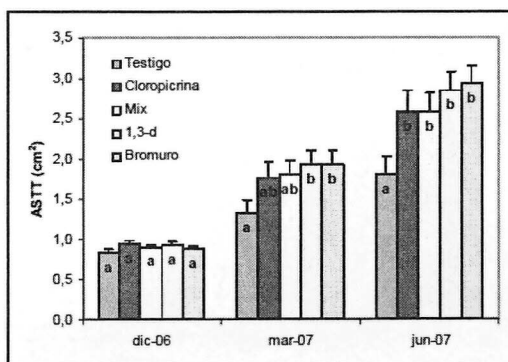
Palto

- Cabildo, V Región
- Huerto 12 años
- Tratamientos:
 - ✓ Bromuro de metilo
 - ✓ 1,3-d
 - ✓ Cloropicrina
 - ✓ 1,3-d + Cloropicrina
 - ✓ Testigo (sin aplicación)

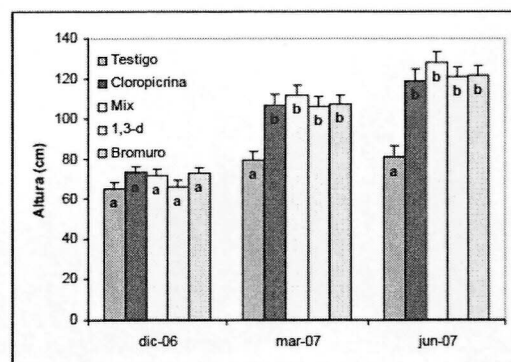
Evaluaciones:

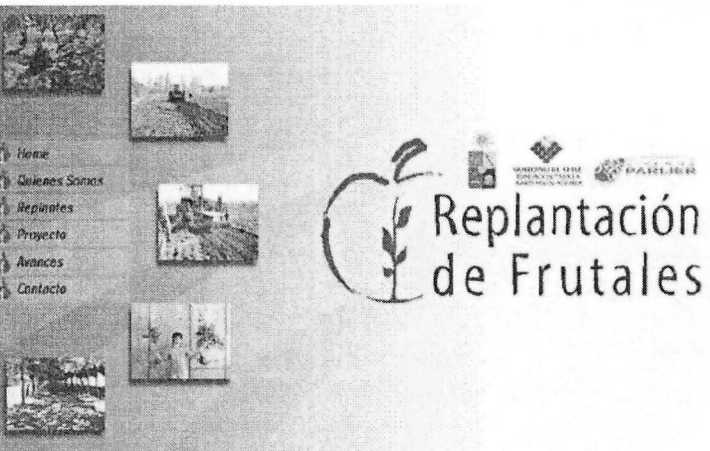
- ✓ Diámetro de tronco
- ✓ Altura de plantas
- ✓ N° de hojas
- ✓ Área foliar
- ✓ Color del follaje

ASTT



Altura





www.replantacion.cl

Anexo 2. Artículo publicado en la Revista Frutícola, Copefrut S.A., Agosto 2008 N° 2,
“Replantación de huertos de manzano”



Replantación de huertos de manzano

GABINO REGINATO M,
KAREN MESA J.

Fac. Ciencias Agronómicas, Universidad
de Chile

INTRODUCCIÓN

El cultivo del manzano alcanza en Chile un total de 36.095 ha, la mayor parte de ellas distribuidas entre la VI y VII Regiones, ocupando el segundo lugar en superficie después de la uva de mesa (ODEPA, 2008). El envejecimiento de los huertos y el dinamismo que ha tenido el cultivo durante los últimos años ha llevado a recambiar y modernizar los huertos de manzano, y a utilizar suelos que previamente han sido ocupados por manzanos. Este recambio de los huertos plantea nuevos desafíos a los productores, pues ha sido ampliamente conocido el efecto negativo que puede ocurrir al replantar con la misma especie frutal, con riesgo de enfrentar problemas de crecimiento, vigor y productividad de los nuevos árboles; a este efecto negativo se le denomina el "problema de replantación" o "cansancio del suelo", siendo de conocimiento común y ampliamente distribuido en otras áreas frutícolas del mundo. Según Utkhede y Smith (1994) y McKenry (1999), su incidencia y severidad dependen de la región y del huerto e, incluso, puede no presentarse en algunas zonas.

Las causas del problema de replantación es, a menudo, pobremente entendida y, en la mayoría de los casos, los causantes no están del todo claros (Hoestra, 1994). Utkhede y Smith (1994) diferencian entre "enfermedad de replantación", donde sólo se contemplan factores bióticos, dentro de los cuales se consideran hongos (*Phytophthora cactorum*, *Phytium spp.*, *Fusarium spp.*), bacterias (*Agrobacterium tumefaciens*), actinomicetes y nematodos, y los "problemas de replantación", que incluyen tanto factores bióticos como abióticos, que generan el pobre desarrollo y demoran la entrada en producción. Los factores abióticos se refieren a toxinas,

alteraciones nutricionales, excesos o falta de humedad u otros problemas de suelo.

McKenry (1999), en frutales de carozo y vides (California), desarrolló una hipótesis con los factores antes mencionados, señalando cuatro componentes distintos, pero 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 se identifica necesariamente como un efecto específico de compuestos químicos, como sería el caso de alelopatías, sino que existiría

una asociación entre los 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, o a la alteración del perfil por compactación u otros.

En cuanto a las necesidades nutricionales iniciales, se señala que el fracaso de los huertos de manzano replantados se debería a una excesiva fertilización nitrogenada, atribuida a la acción tóxica del Al y Mn liberados y que están presentes en altas concentraciones en la

FIGURA 1. PROBLEMAS DE REPLANTACIÓN ESPERADOS ENTRE DIFERENTES ESPECIES FRUTALES, Y EL TIEMPO DE ESPERA NECESARIO PARA SUPERARLOS (FREGONA, 1962).

CULTIVO SIGUIENTE	CULTIVO ANTERIOR										
	Duraznero	Cerezo	Damasco	Almendra	Ciruelo	Manzano	Peral	Cítricos	Nogal	Kaki	Vid
Duraznero	X	X	O	O	O	*	*				
Cerezo	X	X	O	O	O	O	*				
Damasco	O	O	O	O	O	*	*				O
Almendra	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											*

Fuente Fregoni (1962)

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

(fumigado: no fumigado), aunque, en general, se estima que existen problemas de replantación cuando la relación de crecimiento es de 2:1 y efectos graves cuando es sobre 3:1.

Según Agnic (1997), no existe una causa específica para el problema de replantación en manzanos, sino más bien sería causado por una interacción de varios factores individuales. 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 de suelo previo a la plantación. Willet *et al.* (1994) indican que la aplicación de fumigantes al suelo aumenta el crecimiento y rendimiento de los árboles; Mai *et al.* (1994) señalan que la fumigación elimina la causa biótica responsable del problema, reduciendo la población de nematodos en raíces y suelo, comparado con zonas no tratadas.

Por otro lado, Utkhede y Li (1989) han demostrado que la aplicación al suelo de un fertilizante que contenga fósforo estimula el desarrollo de las plantas; de igual manera, Neilsen *et al.* (1990) recomiendan la aplicación de fosfato monoamónico (MAP) en suelos fumigados, mientras que Gur *et al.* (1998) determinaron que, tanto en suelo fumigado como no fumigado, este tratamiento incrementa el crecimiento de las plantas, pudiendo reemplazar a la fumigación.

Además, Neilsen *et al.* (1991) indican que la fertilización con MAP en combinación con otros tratamientos, como fumigantes y fungicidas,

aumenta el crecimiento de las plantas en el primer año. Es así como la aplicación de Mancozeb más MAP, incorporado directamente al hoyo de la plantación, especialmente bajo condiciones de replantación, aumenta el vigor de las plantas ayudando al crecimiento inicial de ellas.

Otra alternativa de manejo de los problemas de replantación es plantar la misma especie utilizando un portainjerto de otra especie, lo que se utiliza en frutales de carozo; con esto se logra una mayor adaptación a las condiciones del suelo (Lemus, 1993; Loreti y Gil, 1993), siempre y cuando el problema no esté acompañado de un problema no específico, como los nematodos, caso en el cual deben usarse portainjertos resistentes.

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 ser de hasta 20 años en algunas especies. En California se estima que el período de espera son 4 años, con una reducción del problema de 25% por año.

Dada la complejidad del problema, 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 de replantación, habiendo sido la fumigación con bromuro de metilo la más comúnmente utilizada. Sin embargo, dada la desaparición de este producto, se han utilizado otros productos 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 nematicida con efecto sobre las raíces remanentes en el suelo, y con el que se logra un buen efecto en replantación; la formalina ha sido usada con éxito en la replantación de manzanos en Bélgica; el metil isotiocianato (Vapam), aunque, por la dificultad de lograr un tratamiento homogéneo y la necesidad de esperar un año para superar efectos indeseados, no se ha convertido en una alternativa en California. La pasteurización por calor; vapor de agua a 60 o 70°C por 30 minutos, también ha sido exitosa, y más amigable con el medio ambiente, sin embargo, su dificultad de utilización en terreno no ha permitido su difusión como medida de control.

EXPERIENCIAS EN CHILE

En general, existe poca experiencia documentada en el país, donde efectivamente se haya tratado de dimensionar el problema de replantación. La Universidad Católica de Valparaíso evaluó, bajo una condición de replantación, diferentes portainjertos de manzano, encontrando relaciones de crecimiento de 2,5:1 para algunos portainjertos de manzano (Butrón, 1997); en este estudio se señala a los patrones MM 111 y MM 106 como los más afectados por el problema de replantación, y a los patrones Pajam 2 y Budagowsky 118 como los menos afectados, patrones que mundialmente han sido recomendados para suelos con enfermedad de replantación.

Otro estudio realizado por el Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca, en macetas, con suelos de las localidades de Longaví (VII Región) y Requínoa (VI Región), con el propósito de determinar tratamientos que superasen el problema de replantación en manzano. Este estudio señala que la incorporación de materia orgánica (20% M.O.) logra disminuir o contrarrestar el efecto del cansancio del suelo sobre plantas de manzano; sin embargo, con el uso de biocidas o enmiendas al suelo no obtuvieron resultados significativos, a diferencia de lo señalado por otros autores.

EVALUACIÓN DE PORTAINJERTOS

Dentro del marco del Proyecto FIA (Fundación para la Innovación Agraria) "Diagnóstico de la replantación en frutales: acciones necesarias

CUADRO 1. TAMAÑO DE PLANTAS DE MANZANO, EXPRESADO COMO ASTT (CM²), BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE FUMIGACIÓN DE SUELO, PARA DIFERENTES HUERTOS Y AÑOS.

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 LSD Fisher 5%.

CUADRO 3. RELACIÓN DE CRECIMIENTO ENTRE TRATAMIENTO FUMIGADO Y OTROS TRATAMIENTOS AL SUELO, PARA CADA TEMPORADA EVALUADA, DE ACUERDO AL TIEMPO DE ESPERA Y PARA LAS DISTINTAS LOCALIDADES DEL ENSAYO.

Localidad	Tiempo de espera (años)	Tratamiento	Relación de crecimiento fumigado: tratamiento al suelo			
			2005	2006	2007	2008
Paine	0	No fumigado	4,8	2,8	2,5	
		MAP + Manzate	7,0	4,2	2,7	
		Fumigado	1,0	1,0	1,0	
	1	No fumigado		2,0	3,3	
		MAP + Manzate	2,1	2,8		
		Secado		2,1	2,6	
		Fumigado		1,0	1,0	
	2	No fumigado		2,5		
		MAP + Manzate		4,1		
		Secado			2,1	
		Fumigado			1,0	
Los Niches	0	No fumigado	1,0	0,8	1,0	1,2
		MAP + Manzate	1,5	1,0	0,9	1,1
		Fumigado	1,0	1,0	1,0	1,0
	1	No fumigado	2,4	1,2	1,1	
		MAP + Manzate	2,3	0,9	1,2	
		Secado		3,1	1,2	1,3
		Fumigado		1,0	1,0	1,0
	2	No fumigado		1,7	1,6	
		MAP + Manzate		2,0	2,4	
		Secado			1,9	1,1
		Fumigado			1,0	1,0
Talca	0	No fumigado	4,6	1,3	1,0	1,3
		MAP + Manzate	6,4	1,0	1,8	1,4
		Fumigado	1,0	1,0	1,0	1,0
	1	No fumigado	5,8	1,3	3,2	
		MAP + Manzate	5,8	1,4	1,6	
		Secado		3,8	1,6	9,1
		Fumigado		1,0	1,0	1,0
	2	No fumigado		2,1	1,7	
		MAP + Manzate		3,3	0,0	
		Secado			3,1	2,7
		Fumigado			1,0	1,0
	3	No fumigado			1,1	
		MAP + Manzate			1,0	
		Secado				1,0
		Fumigado				1,0

* Letras distintas en la vertical indican diferencias estadísticas significativas, con $p\text{-valor} < 0,05$, según prueba LSD Fisher.

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.

PRÁCTICAS DE MANEJO DEL SUELO

Para determinar la factibilidad de superar los problemas de replantación, se establecieron ensayos en Paine, Los Niches (Curicó) y Talca, a partir del año 2004, plantando inmediatamente después del arranque, o después de 1; 2 ó 3 años de espera, así como también se evaluó el efecto de algunas medidas de manejo al momento de la plantación. Los ensayos se realizaron en suelos donde se había arrancado manzanos durante el invierno del 2004. Se eligieron parcelas que se plantaron después de uno, dos o tres años de espera.

En cada caso se establecieron tratamientos de: 1) suelo fumigado con bromuro de metilo (97 g/m²) más cloropicrina; 2) aplicación de fosfato monoamónico (MAP, 373 g/planta) más Manzate (37,5 g/planta); y 3) suelo no fumigado (testigo). Además, se estableció un tratamiento de tiempo de espera con secado de planta, que consistió en el corte de la planta adulta y aplicación de un herbicida sistémico al inicio del ensayo, con el arranque de los tocones posteriormente, previo a la plantación de cada año. En todos los casos se plantaron 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, mientras que en Los Niches y Talca, se evaluaron hasta la temporada 2007-2008. Sólo en Talca existió una plantación con 3 años de espera.

No todas las unidades tienen el mismo comportamiento. Paine presentó mayor grado de aflicción al problema de replantación; la relación del crecimiento (incremento de área sección transversal de tronco) entre los tratamientos de suelo fumigado y testigo (suelo sin fumigar), fue de 4,8 para 0 año de espera, indicador de un severo problema de replantación; que

Anexo 3. Presentación póster 59º Congreso Agronómico de Chile “Comportamiento vegetativo de 9 portainjertos de vid bajo condiciones de replantación”.

Comportamiento vegetativo de 9 portainjertos de vid bajo condiciones de replantación



Reginato, G., K. Mesa y C. Córdova

Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas
Agradecimientos: Fundación para la Innovación Agraria, FIA, Chile.

Objetivo

Determinar el crecimiento de distintos portainjertos de vid, después de tres temporadas bajo condiciones de replantación, en tres zonas productivas del país.

Metodología

Tratamientos

Se establecieron tres ensayos: Copiapó (III Región), San Lorenzo (IV Región) y Quinta de Tilcoco (VI Región). En cada unidad se comparó un testigo (sin fumigación de suelo) con tratamientos de fumigación (suelo sin problemas de replantación).

En Copiapó se usó 1,3-dicloropropeno (1,3 D) gaseoso y 1,3 D vía riego (dos productos comerciales); en San Lorenzo (IV Región) 1,3 D vía riego; y en Quinta de Tilcoco (VI Región) bromuro de metilo.

Portainjertos

En cada unidad y tratamiento se establecieron 6 plantas de "Sultanina" sobre Harmony, Freedom, Ramsey, P1103, 4453, 101-14, 3304, R110 y SO4.

Evaluaciones

Al plantar se evaluó peso y diámetro de tronco. Al final de cada temporada, se evaluó: Diámetro de tronco, y se calculó área de sección transversal de tronco (ASTT). Por localidad se realizó análisis de varianza y pruebas de Tukey (5%).

Resultados

En todas las localidades se encontró diferencias de crecimiento entre fumigado y no-fumigado independiente del portainjerto utilizado (Figura 1), aunque sólo significativas para Quinta de Tilcoco y Copiapó (Figura 2).

Para portainjertos, en Quinta de Tilcoco no existieron diferencias significativas, pero sí diferencias numéricas importantes. En San Lorenzo y Copiapó existió diferencias entre portainjertos (Figura 3), agrupándose, por vigor, en 3 grupos: más vigorosos 3304 y 4453; medianamente vigorosos SO4, P1103, R110, 101-14, Freedom y Harmony; menos vigoroso Ramsey.



Figura 1. Plantas en un suelo fumigado (izquierda) y no fumigado (derecha), Qta. de Tilcoco.

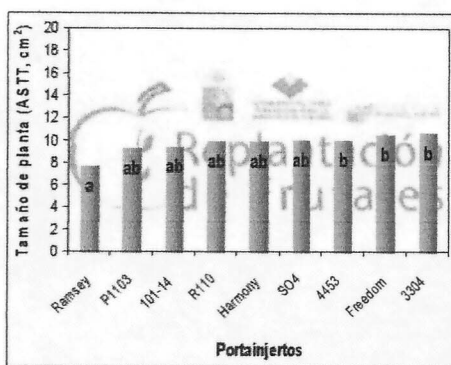
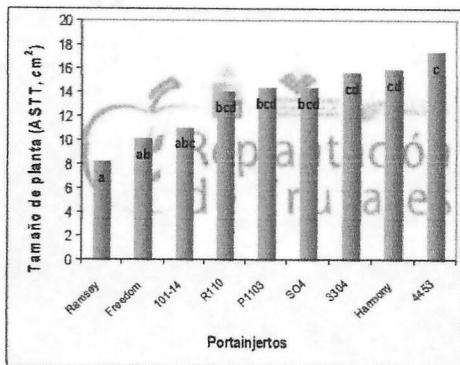


Figura 3. Tamaño de vides "sultanina" sobre 9 portainjertos, después de 3 temporadas de crecimiento bajo condiciones de replantación en San Lorenzo (izquierda) y Copiapó (derecha).

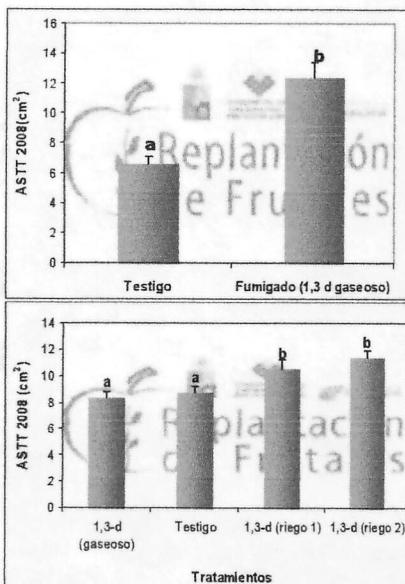


Figura 2. Tamaño de vides "Sultanina" bajo condiciones de replantación con distintos tratamientos de fumigación en Qta. de Tilcoco (superior) y Copiapó (inferior).

Conclusiones

Los problemas de replantación en vid ocurren independiente del portainjerto utilizado, aunque existirían distintos grados de vigor entre ellos.

Anexo 4. Tesis de pregrado, de la alumna Andrea Veloz P, de la Universidad de Chile, realizada en el marco del proyecto Replantación de Frutales.



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA DE TÍTULO

**EVALUACIÓN DE PATRONES Y TRATAMIENTOS AL
SUELO EN EL ESTABLECIMIENTO DEL MANZANO
BAJO CONDICIONES DE REPLANTACIÓN**

WALESKA ANDREA VELOZ PRIETO

SANTIAGO - CHILE

2006

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN DE PATRONES Y TRATAMIENTOS AL
SUELO EN EL ESTABLECIMIENTO DEL MANZANO BAJO
CONDICIONES DE REPLANTACIÓN**

**Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Agrónomo
Mención: Fruticultura**

WALESKA ANDREA VELOZ PRIETO

PROFESOR GUÍA

Calificaciones

**Sr. Gabino Reginato M.
Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.**

6,8

PROFESORES EVALUADORES

**Sr. Oscar Carrasco R.
Ingeniero Agrónomo.**

6,7

**Sr. Ian Homer B.
Ingeniero Agrónomo, Dr.**

6,6

**SANTIAGO, CHILE
2006**

AGRADECIMIENTOS

Una vez terminada mi memoria no puedo dejar de agradecer a todos aquellos que estuvieron presentes durante este proceso.

Primero quisiera expresar mis agradecimientos a mi profesor guía, Ingeniero Agrónomo Mg. Sc. Gabino Reginato, por su orientación y ayuda constante durante el desarrollo de mi memoria.

Al profesor Ingeniero Agrónomo M.S. Bruno Razeto, por toda su preocupación y consejos.

También quiero agradecer a los Ingenieros Agrónomos Sres.: Dr. Ian Homer y Oscar Carrasco por el tiempo dedicado a la evaluación de mi memoria.

Un agradecimiento especial al Ingeniero Agrónomo Claudio Córdova por su valioso apoyo y colaboración durante el desarrollo de esta memoria.

Por último agradezco a mis compañeros Natalia Arancibia e Ítalo Giavelli por su apoyo y disposición cada vez que necesité de su ayuda.

RESUMEN

En Chile, en muchas especies frutales, la mayoría de los huertos están llegando al fin de su etapa productiva, por lo que la replantación de los huertos adquiere mayor magnitud cada año. Sin embargo, para que este reemplazo sea exitoso deben tomarse medidas de control de los problemas de crecimiento que afectan a los huertos cuando éstos se plantan donde antes existió la misma especie. Entre estas técnicas se cuenta la aplicación de distintos tratamientos al suelo y la utilización de portainjertos resistentes a esta condición.

Con el objetivo de evaluar la magnitud de los problemas de replantación y algunas posibles medidas de control, se efectuó un ensayo bajo condiciones de replantación, durante la temporada 2004-2005. En Talca, Quinta de Tilcoco y Paine se evaluaron los patrones: Pajam 2, Budagowsky 118, MM 106, M 7, M 9 y M 26; la aptitud de los patrones se evaluó mediante una comparación del crecimiento de éstos bajo suelo fumigado (sin problemas de replantación) y suelo sin fumigar (con problemas de replantación). Además, en Talca, Los Niches y Paine se evaluó el efecto de otros tratamientos al suelo, como aplicación de mancozeb y fosfato monoamónico (MAP), sobre el crecimiento de manzanos "Granny Smith"/MM 106 en condiciones de replantación.

Se analizó los suelos para determinar la presencia de nematodos en las distintas localidades. El crecimiento vegetativo se evaluó mediante el área de sección transversal del tronco (ASTT), peso de las plantas, área foliar, largo de brotes y número de hojas.

Los resultados indican que todos los patrones se afectaron por la condición de replantación, ya que todos crecieron más sobre suelo fumigado. En Quinta de Tilcoco y Talca Budagowsky 118 fue el patrón más vigoroso; en Paine se observó un mayor crecimiento en el patrón M 7.

En cuanto a los tratamientos al suelo, en general, las plantas sobre MM 106 respondieron al tratamiento de fumigación, aumentando el crecimiento de éstas en todas las localidades. Las plantas no se comportaron de una manera distinta al testigo al tratarlas con mancozeb más MAP.

La población de nematodos alcanzó niveles considerados no restrictivos para el desarrollo de las plantas, en ninguno de los ensayos.

Palabras clave: fumigación de suelo, mancozeb, fosfato monoamónico, nematodos.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del manzano alcanza en Chile un total de 36.095 ha, la mayor parte de ellas distribuidas entre la VI y VII Regiones, ocupando el segundo lugar, en cuanto a superficie nacional, después de la uva de mesa (ODEPA, 2005). El dinamismo que ha tenido el cultivo en los últimos años ha llevado a utilizar suelos que previamente habían sido ocupados por manzanos. Sin embargo, no siempre se puede replantar con la misma especie frutal, sin el riesgo de incurrir en problemas de desarrollo y producción en los nuevos árboles. La renovación de estos huertos con la misma especie genera un problema de replantación (Razeto, 1999) y la disminución del crecimiento de las plantas lleva a que las plantaciones frutales no sean económicamente viables (Hoestra, 1994), ya que no es rentable establecer un huerto de manzano sin corregir primeramente los problemas de replantación (Peterson y Hinman, 1994). Además, Geldart (1994) plantea el impacto económico de este problema en plantaciones de alta densidad, ya que existe un retraso en el inicio de la producción y una disminución del rendimiento, lo que afecta las ganancias proyectadas.

Utkhede y Smith (1994) y McKenry (1999) señalan que el problema de replantación es común y ampliamente distribuido en las áreas frutícolas del mundo, y que su incidencia y severidad dependen de la región y del huerto e, incluso, en algunas zonas puede no presentarse este problema.

El problema de replantación se refiere al pobre crecimiento de las plantas frutales cuando son replantados en huertos donde antes crecía la misma especie (Utkhede y Smith, 1994). Según Hoestra (1968), el crecimiento de las plantas es normal durante las primeras 2 a 4 semanas después de la plantación; luego de transcurrido ese tiempo se observan los síntomas, especialmente al comparar con plantas sanas. Por su parte, McKenry (1999) indica que el síntoma más común es el crecimiento desigual a través del campo, sobre todo en la primera temporada de crecimiento, indicando que clorosis y atrofiamiento son, generalmente, síntomas visibles temprano en la temporada de crecimiento.

Las causas del problema de replantación no están del todo claras (Hoestra, 1994). Se señala que las causas del pobre crecimiento se deben a factores bióticos y abióticos. Utkhede y Smith (1994) diferencian entre “enfermedad de replantación”, donde sólo se contempla factores bióticos, dentro de los cuales se consideran hongos, bacterias y nematodos, y los “problemas de replantación”, que incluye tanto factores bióticos como abióticos. Los factores abióticos se refieren a toxinas, alteraciones nutricionales, problemas de suelo, exceso o falta de humedad, todos factores que contribuyen al “problema de replantación”

Recientemente, McKenry (1999) indica que en el problema de replantación se identifican cuatro factores: componente de rechazo, condición física y química del suelo, patógenos del suelo y necesidades nutricionales iniciales. Mientras los efectos de los componentes de

En manzano, Ferree y Carlson (1987) consideran el uso de diferentes patrones, dependiendo de las condiciones de suelo, clima y enfermedades, aprovechando que para esta especie frutal se dispone del mayor número de portainjertos clonales. De ellos, los más difundidos en el mundo son M 9, M 26, MM 106 y MM 111 (Loreti y Gil, 1994).

En Chile, diferentes patrones de manzanos fueron evaluados por Butrón (1997) bajo la condición de replantación, donde señala a los patrones MM 111 y MM 106 como los patrones más afectados por el problema de replantación, y a los patrones Pajam 2 y Budagowsky 118 como los menos afectados, patrones que mundialmente han sido recomendados para suelos con enfermedad de replantación.

El objetivo de esta memoria fue evaluar algunos tratamientos al suelo y la aptitud de diferentes patrones en el establecimiento de un huerto de manzanos bajo condiciones de replantación.

Ensayos 4; 5 y 6: Tratamientos al suelo

Tratamientos y diseño de los ensayos

Se establecieron 3 ensayos de campo bajo condiciones de replantación, uno por localidad, en Paine, Talca y Los Niches (Curicó). Los diferentes huertos se arrancaron durante el invierno de 2004. En Paine, la plantación anterior correspondió a un huerto de 6 años, "Scarlet" sobre 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, "Top Red"/Franco; en Los Niches la plantación anterior correspondió a un huerto de más de 35 años, "Richard"/Franco. El sistema de riego en Paine y en Los Niches fue por microaspersión, mientras que en Talca fue por surcos.

Los ensayos se establecieron durante el año 2004, y fueron evaluados después de una temporada de crecimiento. Se evaluó el efecto de distintas condiciones de manejo sobre el crecimiento de la variedad Granny Smith, injertada sobre el portainjerto MM 106. La plantación se realizó en la misma hilera donde crecía el huerto anterior. Se usaron 6 repeticiones por condición de manejo, de 1 planta cada una.

Los tratamientos fueron: suelo fumigado, no fumigado y aplicación de fosfato monoamónico (MAP) más mancozeb sobre suelo no fumigado. En todos los casos, la fumigación correspondió a bromuro de metilo $97 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$; el mancozeb se aplicó a la plantación a una dosis de $37,5 \text{ g/planta}$ disuelto en 20 L de agua; el fosfato monoamónico se aplicó en una dosis de 373 g/planta , un mes después de la plantación.

En Paine, la fumigación se realizó el 20 de agosto de 2004; la plantación se realizó el 24 de septiembre de 2004. En Los Niches, la fumigación se realizó el 6 de mayo de 2004; la plantación se realizó el 2 de septiembre de 2004. En Talca, la fumigación se realizó el 6 de mayo de 2004; la plantación se realizó el 2 de septiembre de 2004.

En todos los ensayos se evaluó el crecimiento de los árboles. Para ello, al momento de la plantación se evaluó el peso de la planta y el diámetro del tronco. Luego de una temporada de crecimiento se evaluó: largo de brote, número de hojas, diámetro del tronco, y se calculó el incremento en área de sección transversal del tronco.

Al inicio y final de los ensayos se evaluó el nivel poblacional de nematodos en cada condición. 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 Baermann (Hooper, 1986). Para el análisis de datos se consideró la población inicial (P_i), población final (P_f) e índice reproductivo (R) fue calculado a través de la fórmula $R = \ln(P_f + 1) / \ln(P_i + 1)$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento de patrones de manzanos

Paine

En Paine, al realizar un análisis de varianza sobre las variables de desarrollo vegetativo, se aprecia que no existe interacción entre patrón y tratamiento de suelo, para el incremento de ASTT y el N° de hojas, observándose diferencias debido a los patrones y el tratamiento de fumigación, lo cual revela, al menos con estas variables, que existió sensibilidad al problema de replantación de todos los patrones, dado el estímulo en el crecimiento logrado con la aplicación de 1,3-dicloropropeno. 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 el problema de replantación es efectivamente controlado por fumigantes de amplio espectro. Al respecto, Mai y Abawi (1981), Jafee *et al.* (1982) y Slykhuis y Li (1985) señalan 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.

Cuadro 1. Incremento del área de sección transversal del tronco, N° hojas, largo de brotes y área foliar por planta para los distintos patrones y condiciones de suelo en la localidad de Paine.

Paine	ASTT	N° Hojas	Largo brotes	Área foliar planta
	mm ²		cm	m ²
No fumigado	84,2 a	450,4 a	320,5	0,9
Fumigado	186,1 b	564,6 b	620,5	1,6
M 26	79,7 a	429,1 a	350,0	1,1
M 9	96,8 a b	449,5 a b	280,8	1,0
P 2	127,0 b c	436,5 a b	359,6	1,2
MM 106	148,0 c d	502,9 b c	510,6	1,2
B 118	168,2 d e	565,3 c	584,9	1,4
M 7	191,7 e	661,6 d	737,3	1,6
Significancia				
Fumigación (F)	*	*	*	*
Patrón (P)	*	*	*	*
F * P	NS	NS	*	*

Las letras representan diferencias estadísticas significativas $p \leq 0,05$, según prueba LSD Fisher.
NS: No significativo; *: significativo, $p \leq 0,05$.

esta zona y bajo las condiciones de manejo efectuadas. El patrón M 7, aún cuando mostró un mayor crecimiento vegetativo respecto de los otros patrones, tanto en suelo fumigado como sin fumigar, demostró ser también uno de los patrones más sensibles al problema de replantación. Los patrones menos afectados bajo la condición de replantación fueron MM 106, Pajam 2, M 26 y Budagowsky 118, ya que su crecimiento fue entre 63 y 71% del tratamiento fumigado, por ende, en este caso, demostraron ser los patrones más tolerantes al problema de replantación.

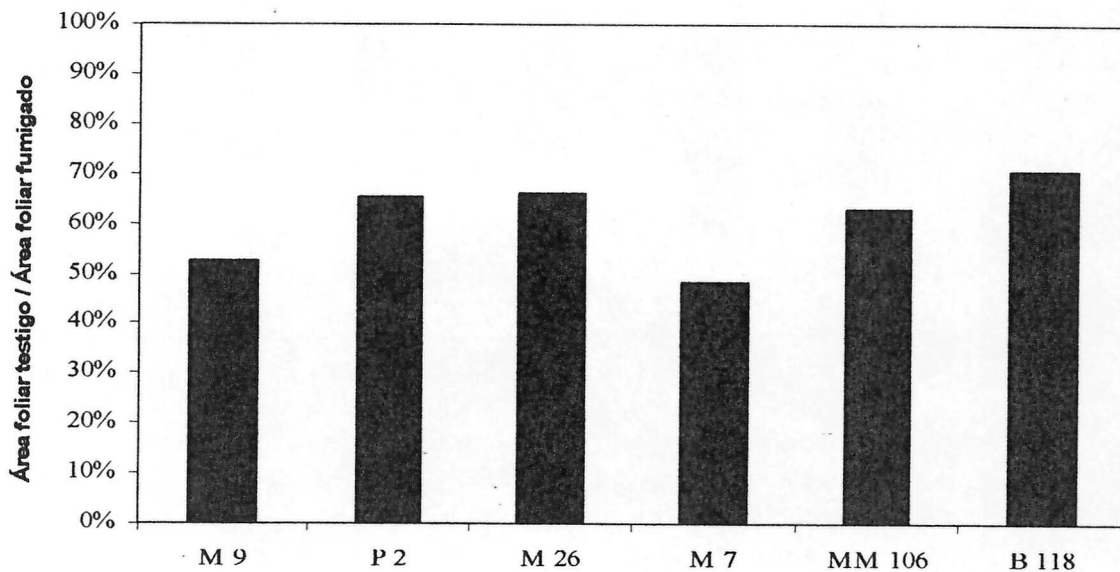


Figura 1 Área foliar por planta en el suelo no fumigado, como proporción del área foliar por planta en suelo fumigado, para la localidad de Paine y distintos portainjertos.

En la Figura 2 se observa la proporción de crecimiento logrado por los diferentes patrones, pero expresado como largo de brotes. Al analizar esta variable de crecimiento, el patrón M 7 sigue siendo el más afectado a la condición de replantación, observando un crecimiento de un 41 % del tratamiento fumigado; levemente más tolerantes mostraron ser los patrones M 9, Pajam 2, M 26 y MM 106, con un crecimiento entre 49 y 57% del tratamiento fumigado; Budagowsky 118 mostró ser uno de los patrones más tolerantes, con un crecimiento del testigo de un 62% del tratamiento fumigado. En el trabajo realizado por Butrón (1997), al analizar crecimiento de los brotes de distintos patrones, encontró que los menos afectados por la condición de replantación fueron Pajam 2 y Budagowsky 118, alcanzando el crecimiento potencial que éstos podrían tener en condiciones de no replantación. Este mismo autor, a diferencia de los resultados obtenidos en este ensayo, destacó al patrón MM 106 como uno de los más sensibles al problema de replantación.

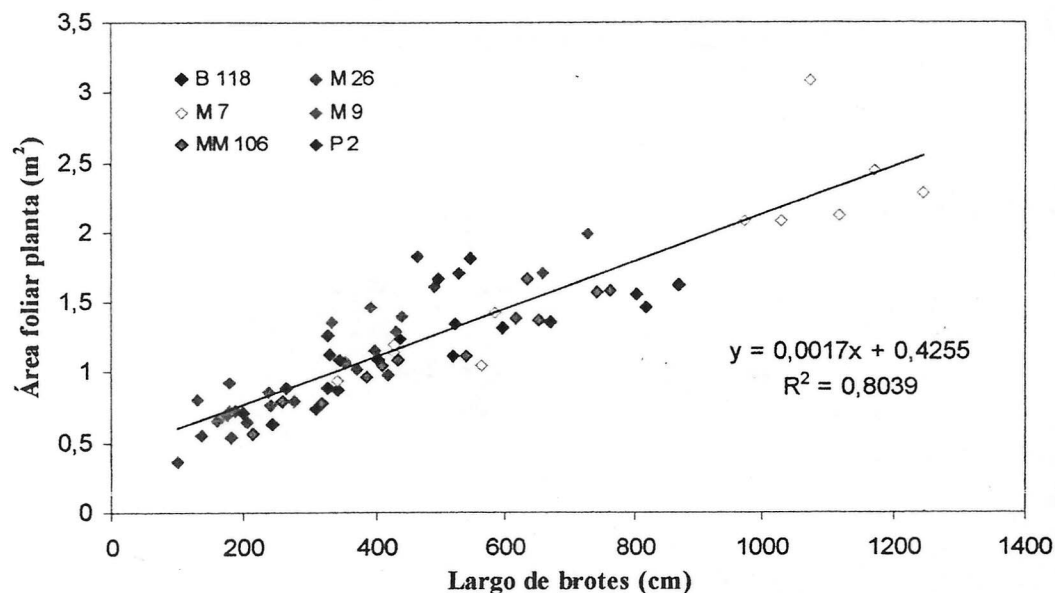


Figura 3. Área foliar por planta, en función del largo total de brotes por planta para la localidad de Paine.

Quinta de Tilcoco

En esta localidad no se detectó interacción entre patrón y tratamiento de suelo para ninguna de las variables de crecimiento vegetativo, excepto para el incremento de ASTT (Cuadro 4). El crecimiento de las plantas, en términos de N° hojas, largo de brotes, área foliar por planta e incremento del peso fresco, fue significativamente diferente entre los tratamientos de suelo fumigado y testigo (suelo sin fumigar), existiendo, por lo tanto, problemas de replantación.

Al observar las variables de crecimiento, expresado como número de hojas, largo de brotes, área foliar por planta e incremento de peso fresco, se aprecia que los patrones siguen un comportamiento de crecimiento según vigor. De esta manera tenemos que el patrón de mayor crecimiento fue Budagowsky 118, seguido por M 7, MM 106, M 26, M 9 y Pajam 2.

En esta localidad, la relación de crecimiento entre tratamiento fumigado y no fumigado, para el incremento de ASTT, N° de hojas y área foliar por planta, fue mayor que para las otras zonas en estudio, siendo, de esta manera, el suelo con mayor problema de replantación, de acuerdo a la metodología originalmente desarrollada por Hoestra (1968), donde el menor crecimiento alcanzado en suelos no tratados, en relación con el crecimiento de las plantas bajo fumigación, es asociado con problemas de replantación.

Cuadro 5. Crecimiento de diferentes patrones, expresado como incremento del área de sección transversal del tronco, en suelo fumigado y no fumigado.

Patrón	Incremento de ASTT	
	No fumigado	Fumigado
	mm ²	
M 9	14,7 a	62,9 b
M 26	20,2 a	92,4 a
M 7	48,2 a	78,9 a
P 2	49,0 a	83,3 a
MM 106	62,4 a	127,2 a
B 118	73,8 a	225,2 b

Las letras representan diferencias estadísticas significativas entre las columnas, según LSD Fisher al nivel de $p \leq 0,05$.

En relación al crecimiento comparativo entre condiciones del suelo, la Figura 4 muestra el área foliar por planta, como proporción de crecimiento en suelo no fumigado respecto al suelo fumigado, reflejando el grado de aflicción de los distintos patrones en la condición de replantación en Quinta de Tilcoco.

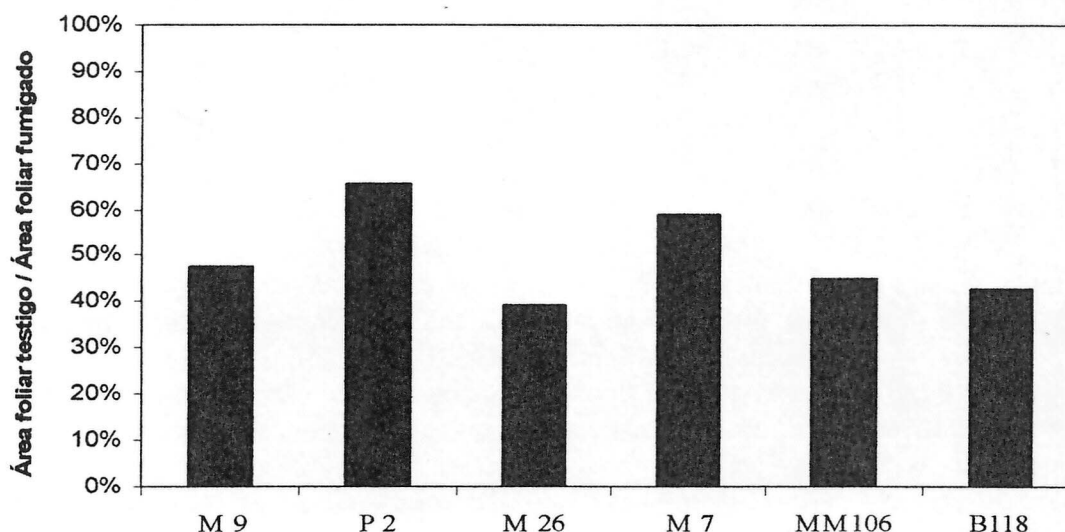


Figura 4. Área foliar por planta, como proporción del suelo no fumigado (testigo) respecto del suelo fumigado, para la localidad de Quinta de Tilcoco y distintos patrones.

Se aprecia que, en esta localidad y bajo las condiciones de manejo efectuadas, el patrón más afectado bajo la condición de replantación fue M 26, con un crecimiento del testigo de un 40% del tratamiento fumigado; levemente más tolerantes fueron Budagowsky 118, MM 106 y M 9, con un crecimiento aproximado de un 45% del tratamiento fumigado; los

Cuadro 6. Coeficiente de correlación de Pearson, entre las variables de crecimiento para la localidad de Quinta de Tilcoco.

Variables	Coeficiente de correlación				
	Largo brotes	Nº hojas	ASTT	Área foliar planta	Incremento peso fresco
Largo brotes	1	0,84	0,72	0,84	0,87
Nº hojas	*	1	0,59	0,95	0,87
ASTT	*	*	1	0,61	0,7
Área foliar planta	*	*	*	1	0,9
Incremento peso fresco	*	*	*	*	1

* Significativo a $p \leq 0,05$.

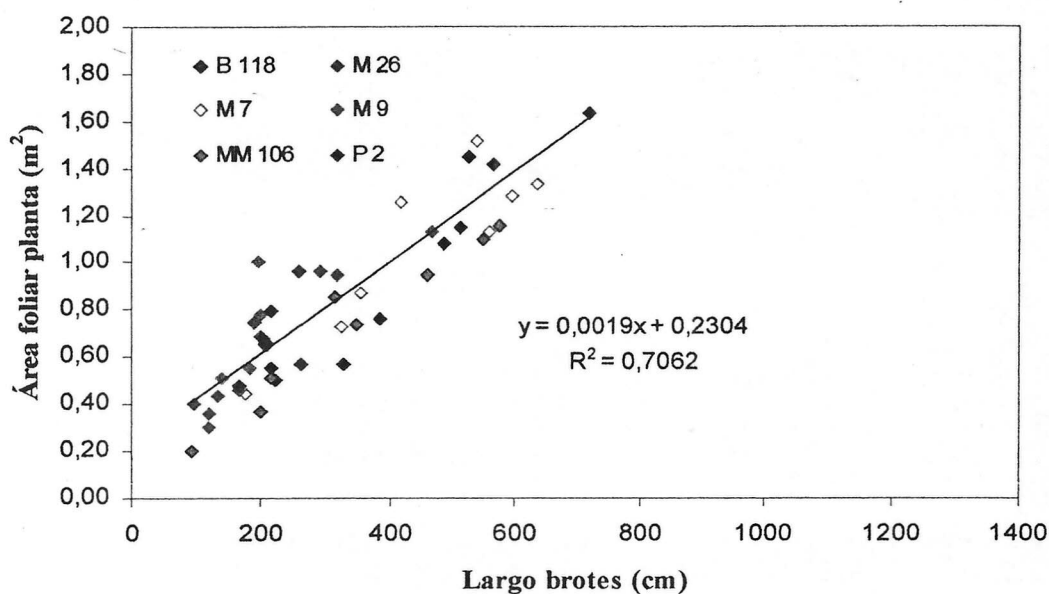


Figura 6. Correlación entre las variables área foliar y largo de brotes por planta para la localidad de Quinta de Tilcoco.

Desde el punto de vista de identificar una unidad práctica de evaluar para futuros ensayos, en la Figura 6 se aprecia una alta relación entre el área foliar por planta y el largo de brotes, independiente de la condición de suelo, lo cual muestra a esta variable como sencilla de evaluar y sensible a los cambios que experimentan las plantas durante su primera temporada de crecimiento.

Cuadro 8. Crecimiento de las plantas, expresado como incremento del área de sección transversal del tronco en suelo fumigado y no fumigado.

Patrón	Incremento de ASTT	
	No fumigado	Fumigado
	mm ²	
M 9	3,8 a	40,8 b
MM 106	4,6 a	56,5 b
P 2	10,4 a	71,4 b
B 118	21,9 a	50,6 b
M 26	24,8 a	25,5 a
M 7	26,0 a	30,2 a

Las letras representan diferencias estadísticas significativas al nivel de $p \leq 0,05$ entre las columnas, según LSD Fisher.

En esta zona los suelos presentaron un pH igual a 5,7. 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. Sin embargo, el menor crecimiento de las plantas observado en Talca, comparado con las otras zonas, es también parcialmente explicado por la fecha de plantación tardía y posibles faltas de agua durante la temporada de crecimiento, por ser una plantación intercalada en un huerto adulto, aún presente, lo que lleva a que el riego se haya realizado mayormente por las necesidades del huerto adulto. Teniendo en consideración este antecedente, la diferencia de desarrollo en Talca, respecto de las otras zonas en estudio, junto con mostrar problemas de replantación, también está mostrando la tolerancia al manejo deficiente que pudieron sufrir los árboles. De esta manera, al considerar el área foliar por planta, los patrones menos tolerantes al deficiente manejo habrían sido Budagowsky 118, M 7 y MM 106, ya que se observó un crecimiento de 98, 87 y 71% del tratamiento fumigado, respectivamente. Los patrones menos afectados por manejo, y donde se habría expresado mayormente el crecimiento vegetativo, fueron M 26, Pajam 2 y M 9, todos con un crecimiento de 66% del tratamiento fumigado (Figura 7).

Al expresar el crecimiento como largo de brotes, se observó que los patrones con menor diferencia en crecimiento entre tratamientos de suelo fueron M 9 y Budagowsky 118, con un crecimiento del testigo del 85 y 75% del tratamiento fumigado, respectivamente; fueron seguidos por Pajam 2 y M 7, con un crecimiento de 70 y 67% del tratamiento fumigado respectivamente. Los patrones M 26 y MM 106 alcanzaron un crecimiento del testigo de 59% del tratamiento fumigado (Figura 8).

A diferencia de lo observado en las otras localidades, en la localidad de Talca, la asociación entre las variables de crecimiento vegetativo es menor, seguramente afectado por el bajo crecimiento alcanzado por las plantas durante la temporada (Cuadro 9). Sin embargo, a pesar del poco crecimiento alcanzado, las variables largo de brotes y área foliar por planta presentaron una buena correlación entre ellas, lo cual confirma, desde el punto de vista práctico, que el largo total de brotes es una buena forma de medir crecimiento vegetativo de las plantas jóvenes provenientes de vivero (Figura 9).

Cuadro 9. Coeficiente de correlación de Pearson, entre las variables medidas para la localidad de Talca.

Variables	Coeficiente de correlación			
	Largo brotes	Nº hojas	ASTT	Área foliar planta
Largo brotes	1	0,66	0,37	0,79
Nº hojas	*	1	0,15	0,8
ASTT	*	NS	1	0,31
Área foliar planta	*	*	*	1

NS, *: No significativo, o significativo a $p \leq 0,05$, respectivamente.

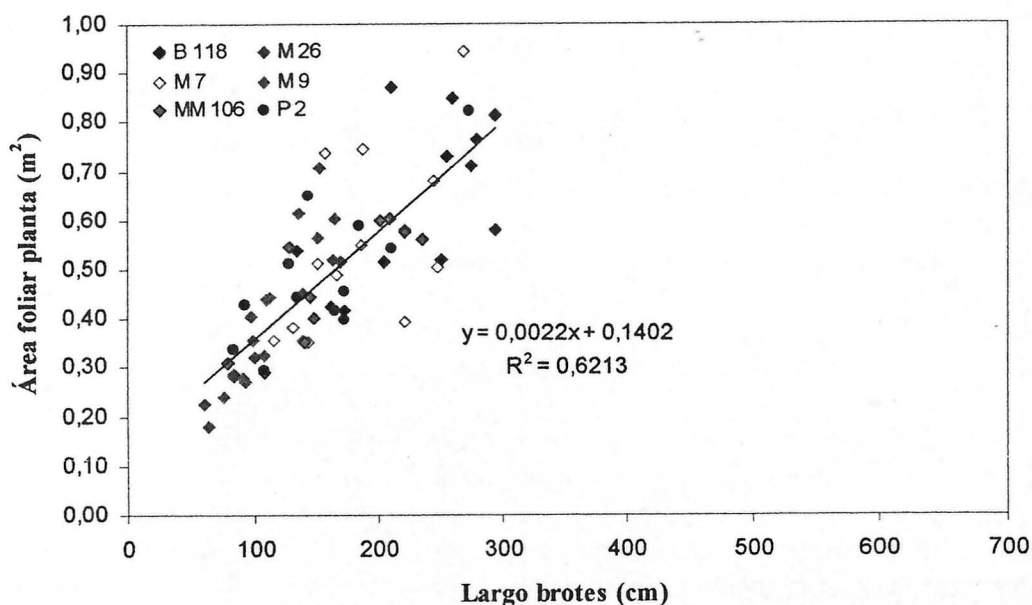


Figura 9. Área foliar por planta como función del largo de brotes para la localidad de Talca.

Cuadro 11. Efecto de los distintos tratamientos al suelo sobre el crecimiento de las plantas, para las distintas zonas en estudio.

Localidad	Tratamientos	Largo brotes cm	Nº hojas	Incremento ASTT mm ²	Área foliar planta m ²
Los Niches					
	MAP+Mancozeb	458,6 a	367,2 a	150,3 a	0,9 a
	No fumigado	625,6 a b	419,3 a b	189,5 b	1,1 a b
	Fumigado	681,5 b	467,7 b	179,1 a b	1,4 b
Paine					
	MAP+Mancozeb	193,1 a	327,4 a	70,0 a	0,6 a
	No fumigado	300,7 a	367,6 a	107,7 a	0,8 a
	Fumigado	1758,6 b	892,7 b	505,7 b	3,1 b
Talca					
	No fumigado	118,5 a	212,6 a b	5,7 a	0,4 a b
	Fumigado	164,2 a b	168,9 a	18,6 a b	0,3 a
	MAP+Mancozeb	202,7 b	246,0 b	35,5 b	0,6 b

Las letras representan diferencias estadísticas significativas al nivel de $p \leq 0,05$ según prueba LSD Fisher, dentro de cada zona en estudio.

En Paine, en todos los parámetros de crecimiento evaluados, se encontraron diferencias significativas entre tratamiento fumigado y los otros tratamientos. En esta localidad, se presentaron las mayores diferencias en crecimiento vegetativo entre el tratamiento fumigado y sin fumigar.

Al respecto, la relación de crecimiento, expresado como incremento de área de sección transversal de tronco, entre tratamiento fumigado y testigo, fue aproximadamente de 5:1, siendo, de esta manera, el suelo que manifestó los mayores problemas de replantación.

El tratamiento de MAP más mancozeb no presentó diferencias respecto al testigo, a diferencia de lo expuesto por Slykhuis (1988) y Neilsen *et al.* (1991), quienes encontraron resultados positivos de esta aplicación, permitiendo un aumento en el crecimiento de las plantas durante el primer año, en suelos con problemas de replantación. Paralelamente, Neilsen y Yorston (1991), bajo ciertas circunstancias, detectaron que el aplicar MAP, en combinación con fungicidas como mancozeb, aumenta el crecimiento de las plantas al término del segundo año. Sin embargo, Slykhuis (1988) también señala que la aplicación de MAP puede no favorecer en todos los casos, pues en suelos altos en fósforo, debido a aplicaciones anteriores de fertilizantes, pueden causar un pobre crecimiento en las plantas.

Se puede apreciar, en la Figura 10, que la relación existente entre largo de brotes y área foliar por planta es similar entre zonas. Por lo tanto, la alta correlación entre el área foliar por planta y el largo de brotes alcanzada en Paine y Quinta de Tilcoco se encuentra favorecida por una mayor dispersión de los datos, lo que no se obtuvo en Talca, debido al menor crecimiento de las plantas.

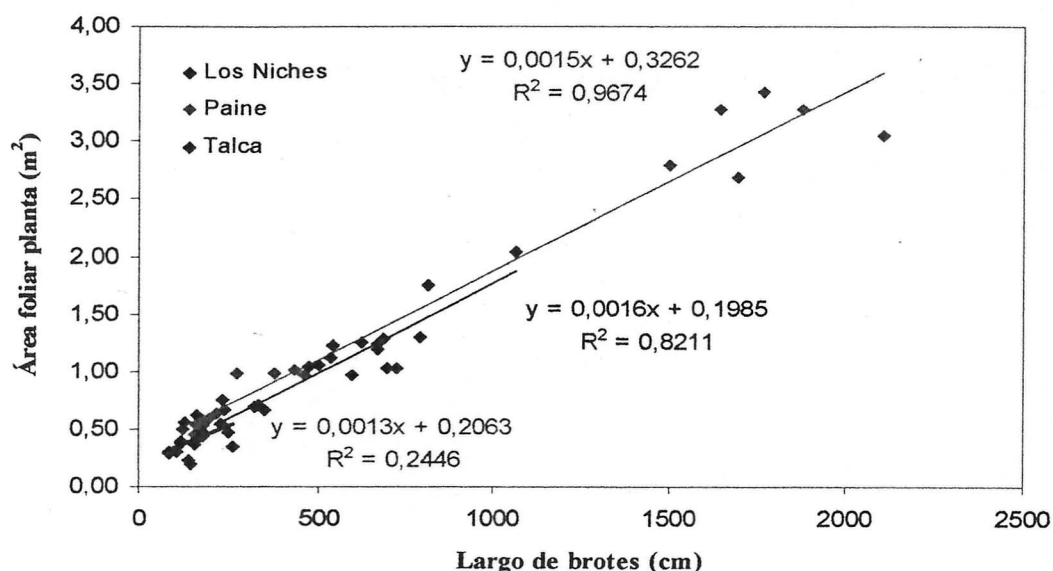


Figura 10. Área foliar por planta en función del largo de brotes para manzanos 'Granny Smith'/MM106, para las diferentes localidades en estudio.

Otros factores

Como se observa en el Cuadro 13, la presencia de nematodos en las distintas zonas en estudio se mantuvo a un nivel bajo para la especie, no asociándose los problemas de replantación a los nematodos.

CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones experimentales en que se realizó este estudio se puede concluir que:

El problema de replantación se presentó en 3 de las 4 localidades estudiadas, estimulándose el crecimiento bajo condiciones de suelo fumigado.

Los distintos patrones evaluados no presentaron resistencia a los problemas de replantación.

La mayor o menor tolerancia de los patrones al problema de replantación varía según el caso y zona en estudio.

Las distintas variables de crecimiento mostraron un alto grado de correlación. Al respecto, el largo de brotes es una variable fácil de aplicar y confiable para evaluar crecimiento de plantas jóvenes de manzano.

El tratamiento de Mancozeb + MAP no es una alternativa a la fumigación en zonas con problemas de replantación.

El nivel poblacional de nematodos no fue la causa de los problemas de replantación en ninguna de las zonas estudiadas.

Loreti, F. y G. Gil. 1994. Los portainjertos del manzano: situación actual y perspectivas. *Revista Frutícola* 15(3): 85-93

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

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. 124p.

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 problem soils. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 116: 651-654

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: 1383-1386

ODEPA. 2005. Frutales: Superficie total país. Disponible en: <http://www.odepa.gob.cl>
Leído el 10 de septiembre de 2005

Peterson, B. and H. Hinman. 1994. The economics of replanting apple orchards in Washington State. *Acta Horticulturae* 363:19-23.

Razeto, B. 1999. Para entender la fruticultura. Vértigo. Santiago. 373p.

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. Responses 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: 68-73

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