



Resultados y Lecciones en

Replantación de Frutales

Proyecto de Innovación en
Región Metropolitana



Fundación para la Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA



Resultados y Lecciones en **Replantación de Frutales**



Proyecto de Innovación en
Región Metropolitana

Valorización a marzo de 2010



Agradecimientos

En la realización de este trabajo, agradecemos sinceramente la colaboración de los productores, técnicos y profesionales vinculados al proyecto, en especial a Lorenzo León, Ingeniero Agrónomo, Investigador de INIA Quilamapu, y a Loreto Burgos, profesional FIA encargada del proyecto precursor.

Resultados y Lecciones en Replantación de Frutales

Proyecto de Innovación en las Región Metropolitana

Serie **Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario**
FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

Registro de Propiedad Intelectual N° 216.732

ISBN N° 978-956-328-128-6

ELABORACIÓN TÉCNICA DEL DOCUMENTO

Rodrigo Cruzat G. y Constanza Honorato - AQUAVITA Consultores

REVISIÓN DEL DOCUMENTO Y APORTES TÉCNICOS

M. Francisca Fresno R. y M. Margarita Casadio P. - Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

EDICIÓN DE TEXTOS

Andrea Villena M.

DISEÑO GRÁFICO

Guillermo Feuerhake

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida, siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

Contenidos

Sección 1. Resultados y lecciones aprendidas	5
1. Antecedentes	5
2. Objetivo del documento	6
3. Base conceptual y tecnológica de la herramienta.....	6
3.1 El problema de replantación	7
3.2 Causas del problema de replantación.....	8
3.3 Medidas de control.....	10
4. Alcances de la Herramienta	14
5. Valorización de las Herramientas de Control	16
6. Claves de la viabilidad	24
7. Asuntos por resolver.....	24

Sección 2. El proyecto precursor	25
1. Entorno.....	25
2. El proyecto.....	26
2.1 Metodología y resultados.....	27
2.2 Conclusiones	72
2.3 Difusión	72
3. Los productores del proyecto hoy	73

Sección 3. El valor del proyecto precursor	75
---	----

ANEXOS	
1. Valorización de las herramientas de control	78
2. Antecedentes del agente postulante y asociados al proyecto precursor.....	82
3. Literatura consultada.....	84
4. Documentación disponible y contactos	84



SECCIÓN 1

Resultados y lecciones aprendidas

El presente libro tiene el propósito de compartir con los actores del sector los resultados, experiencias y lecciones aprendidas del proyecto denominado “Diagnóstico y manejo de la replantación en frutales: acciones necesarias para la sustentabilidad futura de la industria frutícola”, financiado por la Fundación para la Innovación Agraria, FIA.

Se espera que esta información, que se ha sistematizado en la forma de una “herramienta tecnológica”,¹ aporte a los interesados una herramienta que permita expandir las alternativas de tratamientos de control ante problemas de replante.

► 1. Antecedentes

Los análisis y resultados que se presentan en este documento se desprenden de las experiencias y resultados de un proyecto (“proyecto precursor”)² realizado por la empresa Agrícola Parlier Ltda., San Bernardo, RM y por seis agentes asociados,³ siendo la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile uno de los principales. Su objetivo principal fue determinar la magnitud de los problemas de replantación de frutales en diversas regiones del país (entre la III y X) y evaluar y difundir diferentes medidas de mitigación del problema (tratamientos al suelo, tratamientos al árbol, portainjertos, rotaciones, entre otros), para que se entienda como una amenaza real a la competitividad de la fruticultura del país. El proyecto fue ejecutado entre noviembre del 2003 y octubre del 2008.

Los resultados del proyecto se enfocaron en el crecimiento vegetativo de la planta y no en el productivo, por lo cual este documento, en las evaluaciones económicas, realiza inferencias a través de los resultados obtenidos por el proyecto precursor. Su resultado final es una base económica demostrativa de los diversos tratamientos de control al problema de replante.

¹ “*Servicios y Herramientas Tecnológicas*”: Desarrollo o introducción y validación de nuevos servicios, instrumentos, materiales o equipos, que permitan mejorar o hacer más eficientes los procesos productivos y de gestión. El beneficio para los productores y empresas se obtiene al utilizar dichos servicios e instrumentos desarrollados (ej.: sistemas de información, controladores biológicos, servicios y tecnologías de agricultura de precisión, entre otros).

² “*Proyecto precursor*”: proyecto de innovación a escala piloto financiado por FIA, cuyos resultados fueron evaluados a través de la metodología de valorización de resultados desarrollada por la Fundación se da a conocer en el presente documento. Los antecedentes del proyecto precursor se detallan en la Sección 2 de este documento.

³ En Anexos, el listado de los agentes asociados.



► 2. Objetivo del documento

Los resultados del proyecto (“proyecto precursor”) generan una experiencia valiosa en las líneas de investigación propuesta y responden a los objetivos propuestos, tal como se detalla más adelante. Sin embargo existen asuntos por resolver que permitan convertir estas experiencias en una Herramienta disponible para los usuarios.

Este documento se propone extraer y sistematizar, a partir de las experiencias y lecciones aprendidas en el proyecto precursor, sobre el tema de replantación de frutales y sus eventuales problemas y efectos directos al cultivo, como también valorizar económicamente los tratamientos más efectivos y su oportunidad de uso.

► 3. Base conceptual y tecnológica de la herramienta

La definición básica de replantación es sembrar donde hubo un cultivo anterior, de la misma u otra especie frutal.

Más allá de las consideraciones que hacen que un productor renueve su huerto, el escenario de replante puede tener alguna de las siguientes razones:

- escasa o nula disponibilidad de suelos nuevos (“vírgenes”).
- favorecimiento de las condiciones climáticas en que se inserta un terreno determinado que motiven al productor seguir utilizando ese lugar (un terroir especial, una zona libre de heladas, etc.)
- limitaciones financieras que impidan optar por nuevos suelos.

La replantación no significa un problema *per se*. El problema surge cuando las condiciones en el huerto donde existió un cultivo generan dificultades para el establecimiento y desarrollo de la especie nueva.

Es decir, estos problemas están vinculados al cultivo anterior (la especie); al manejo, la duración del cultivo y el suelo (propiedades físico químicas) y, por otra parte, a la especie nueva que se quiere plantar.

En todos los países con experiencia frutícola, el problema de las “enfermedades de replantación” ha sido abordado. Desde 1958 existen diferentes grupos de investigadores en el mundo que han realizado diversos estudios para determinar las causas del problema de replantación de huertos frutales, y una de las primeras investigaciones en el mundo fue dirigida por el Dr. Hoestra, de Holanda.

En Chile existe poca experiencia documentada. Especialistas nacionales en fruticultura se han interesado por este tema, pero hasta ahora no se han realizado estudios suficientemente complejos, ni se ha hecho una investigación de seguimiento. En este escenario el proyecto precursor de este documento se constituye en uno de los esfuerzos más importantes que en este sentido se han realizado en Chile.

Como referencia, algunos estudios realizados en Chile son:

- Universidad de Chile: a inicios de los 90 realizó un estudio reproduciendo el problema en macetas, el cual obtuvo relativo éxito. Se alcanza una relación de crecimiento de 1:1 (sano:enfermo) hasta 2,5:1, dependiendo del material vegetal usado y del cultivo precedente. Experiencias de campo realizadas indican relaciones de crecimiento de entre 3:1 y 7:1 para vides y similares para diferentes portainjertos de cerezo.
- Universidad Católica de Valparaíso: evaluó bajo diferentes condiciones de replantación, diferentes portainjertos de duraznero y manzano. Se encuentra relaciones de crecimiento de hasta 4:1 (sano:enfermo) en algunos portainjertos de duraznero y de 2,5:1 en algunos portainjertos de manzano.
- INIA ha evaluado diferentes portainjertos de vid para replantación, pero solo ha analizado el comportamiento de las plantas lo que no permite dimensionar la magnitud del problema de replante. Además, ha estudiado alternativas para la fumigación de suelos con Bromuro de metilo.
- Pontificia Universidad Católica de Chile, apoyada por CORFO, ha iniciado una evaluación de portainjertos de duraznero, donde se incluye una condición de replantación, pero no se dimensiona el problema de replantación en la especie.

3.1 El problema de replantación

El problema de replantación se presenta como un mal desarrollo de la especie frutal plantada en un suelo en el que existía la misma u otra especie con anterioridad, evidenciándose una disminución o irregularidad del crecimiento, carencias generales de nutrientes (magnesio, nitrógeno), pobre desarrollo en la parte aérea, decoloración de hojas; problemas que pueden verse de manera uniforme o desuniforme en el huerto. También se la conoce como fatiga o cansancio del suelo, “disminución de la aptitud del suelo hacia plantaciones nuevas que coinciden en especies con la plantación anterior”.

En los primeros años la gravedad del problema es mayor, manifestándose a largo plazo como una reducción importante del crecimiento. Esto rara vez causa la muerte del nuevo huerto, pero compromete el resultado económico de la plantación, ya que sus efectos son evidentes aún muchos años después de que el efecto ha desaparecido.

Según estudios e investigaciones, en manzanos el problema de replante es más uniforme en los primeros 45 cm de suelo. Contrariamente, McKenry destaca la desuniformidad que se presenta, aunque reconoce que es un problema de los primeros 50 cm.

A nivel de raíces se observan pardeamientos y necrosis con muerte de raíces y raíces capilares. El factor común reconocido es la disminución de crecimiento observado de la planta. McKenry, en sus experiencias en California, obtiene una relación de 7:1 (sano:enfermo). En general, en mucha de la literatura se estima que existen problemas de replantación cuando la relación de crecimiento es de 2:1 (crecimiento en suelo tratado:crecimiento en suelo testigo) y efectos graves cuando es sobre 3:1.

3.2 Causas del problema de replantación

La causa del problema no es del todo entendida y, en la mayoría de los casos, no están los causantes claramente identificados. Se diferencian entre factores bióticos, dentro de los cuales se consideran hongos, bacterias, actinomicetes y nematodos y factores abióticos, los cuales se refieren a alteraciones nutricionales, excesos o falta de humedad u otros problemas de suelo.

El efecto puede ser específico y aunque se presenta asociado con organismos patógenos, especialmente nematodos, no son estos su única causa, ya que también puede ser microfauna asociada a las raíces. Dependiendo de la causa, se determina la especificidad del mismo. Por ejemplo, si la causa principal es nematodos será poco específica, pues estos atacan un amplio rango de especie; pero si son hongos, por ejemplo actinomicetes en pomáceas, u otra microfauna asociada a raíces de frutales de carozo, la especificidad será dentro del grupo de especies más afines.

En la Figura 1 se pueden observar los posibles problemas de replantación esperados entre iguales o diferentes especies frutales.

Figura 1. **Problemas de replantación esperados entre especies frutales**

NUEVO CULTIVO	CULTIVO ANTERIOR											
	DURAZN.	CEREZO	DAMASCO	ALMENDRO	CIRUELO	MANZ.	PERAL	CÍTRICOS	NOGAL	KAKI	VID	OLIVO
Duraznero	◆	◆	●	●	●	*	*					
Cerezo	◆	◆	●	●	●	●	*					
Damasco	●	●	●	●	●	*	*				●	
Almendro	●	●	●	●	●	*	*	●				
Ciruelo	*	●	●	●	●	●	*					
Manzano	*	*	*	*	*	●	●		●			
Peral	*	*	*	*	*	●	●					
Cítricos								●	*	*		
Nogal								●	●			
Kaki									●	*		
Vid											●	
Olivo												*

Fuente: Fregoni (1962). * = Inmediato; ● = después de 3 o 4 años; ◆ = después de 18 a 20 años

McKenry, en una investigación reciente realizada en California (EE.UU) para carozos y vides, propone un modelo en donde identifica la interacción de cuatro factores en el problema del replante:

1. componente de rechazo (específico).
2. componente de plagas o patógenos, principalmente nematodos.
3. problemas físicos y químicos del suelo (más grave a pH básico).
4. componente de necesidades nutricionales iniciales del suelo.

Es difícil separar los efectos de cada uno de los factores y determinar el agente causal primario o el factor predominante. Sin embargo, los principales y los que requieren mayor atención son el componente de rechazo y de nematodos, existiendo en muchas ocasiones una combinación de varios factores cuyos efectos nocivos sobre la planta son acumulativos.

Rechazo

El primer factor, componente de rechazo, no se identifica necesariamente como un efecto específico de compuestos químicos, como sería el caso de alelopatías, ya que puede existir una asociación entre tejidos vegetales vivos y fauna microbiana que crece y persiste sobre restos de raíces.

Plagas o Patógenos

Se refiere a un efecto no específico, pues los organismos involucrados no son específicos, en la mayoría de los casos reportados. El problema de patógenos puede disminuirse temporalmente mediante tratamientos al suelo o en forma permanente mediante portainjertos.

Los organismos del suelo, organismos patógenos, son los agentes causales más frecuentemente implicados en situaciones de replantación, donde se identifican hongos, bacterias o nematodos. En este caso los problemas de replante no son específicos, especialmente cuando se trata de organismos polífagos, como algunos nematodos.

El efecto causado por hongos se refiere a pudriciones radicales y declinación del vigor de los árboles. Los hongos identificados son pertenecientes al grupo de los actinomicetes, oomicetes, hipomicetes y basidiomicetes, principalmente, aunque también se han reportado casos con otros géneros (ver cuadro).

Con respecto a bacterias, se han encontrado del género *Bacillus*, en manzanos en Canadá y *Pseudomonas* en la República Checa.

En cuanto a nematodos, hay clara evidencia que éstos están asociados a la replantación en manzanos, durazneros y cerezos. Se han encontrado nematodos del género *Pratylenchus*, especialmente *P. penetrans*; *Xiphinema* spp. y *Criconebella* spp., asociados al complejo "Peach Tree Short Life" en el sureste de EE.UU.; y *Meloidogyne*, asociadas a la replantación de frutales de carozo en áreas cálidas de EE.UU.

Algunos géneros de hongos asociados a problemas de replante:

- *Fusarium* y *Rhizoctonia*, en replantación de manzanos y cerezos en EE.UU.
- *Cylindrocladium*, en replantación de durazneros en EE.UU.
- *Thielaviopsis*, en ciruelos y cerezos en Inglaterra y Holanda.
- *Rosellinia* y *Roesleria* en Hungría.
- *Penicillium* y *Constantinella* en Canadá.
- *Peniophore* en manzanos y frutales de carozo en Nueva Zelanda.
- *Penicillium* en manzanos en la ex Checoslovaquia.
- *Phytophthora* spp.
- *Pythium* spp. en durazneros en EE.UU. y en manzanos en Canadá.
- *Cylindrocarpon* en manzanos en Canadá.

Cada uno de estos organismos presenta un efecto por sí solo, pero es posible encontrar además interacciones entre ellos, es decir, entre nematodos, bacterias y hongos. Al respecto se han encontrado interacciones de nematodos con hongos como *Rhizoctonia*, *Phytophthora* y *Pythium*. Existe un efecto sinérgico de *Pratylenchus penetrans* con *Thielaviopsis* y de asociación con *Phytophthora*.

Según McKenry, la infección por nematodos es muy importante. Se debe saber que manejar el suelo con tratamientos de alto espectro es efectivo contra nematodos y contra el componente de rechazo, pero al pasar unos años reaparecerán como causa del desarrollo de la plantación. Para evitar esto la nueva plantación debe hacerse sobre portainjertos resistentes a nematodos.

Características físico-químicas del suelo

Este componente se refiere a acumulación de sales, herbicidas u otros compuestos o alteración del perfil como compactación, pie de arado u otros. Todos estos problemas intensifican el efecto rechazo y alargarían su duración. El tipo de suelo, la compactación del suelo, el mal drenaje, la acumulación de metales pesados y metabolitos tóxicos de degradación orgánica, el desequilibrio nutricional, un pH extremo, ácido o básico, y una estructura pobre del suelo o pérdida de estructura y pérdida de microflora por uso de pesticidas están involucrados y contribuyen adicionalmente a una situación de deterioro en el problema de replantación, aunque normalmente como factor secundario y no como un factor causal primario.

En durazneros, la descomposición de las raíces se ha indicado como la causa principal del problema de replantación, donde las toxinas asociadas serían el ácido cianhídrico y benzaldehído, producto de la hidrólisis de los glucósidos cianogénicos del duraznero. También se ha asociado al problema taninos condensados y otros compuestos como la prunasina.

Zucconi y Mónaco consideran que para reducir el problema se debe realizar medidas de manejo del suelo que favorezcan las condiciones de humificación, como buena aireación o disponibilidad de nitrógeno.

Respecto del pH, éste es un factor en estrecha relación con la intensidad de los problemas de replantación. En manzanos se ha determinado que el pH ácido previene la ocurrencia de SARD (specific apple replant disease) y, por lo tanto, al bajar el pH de suelos neutros se elimina el problema (ensayos en macetas). Además, en reportes de España en manzanos, con pH alcalinos indican serios problemas de replante.

Balance nutricional del suelo

El componente nutricional inicial no es fácilmente separable del componente de rechazo, ya que las fumigaciones usadas para superar el problema de replantación, al alterar la fauna microbiana, alteran también la situación del nitrógeno.

3.3 Medidas de control

Se han propuesto distintas medidas de control para enfrentar el problema del replante, aunque según la experiencia ellas debieran ser consideradas como medidas de mitigación, pues su eficiencia es variable.

La determinación de las mejores medidas de mitigación debe tener en cuenta al menos dos consideraciones:

- (1) Origen del problema: rechazo, patógenos o plagas, características físicas- químicas del suelo o desbalance nutricional
- (2) Especie anterior y especie a plantar, para poder identificar el potencial problema.

En términos generales, los tratamientos de control o mitigación se agrupan en los siguientes:

1. Tratamientos de esterilización

Se refiere a aquellos que tienen por objeto eliminar los patógenos presentes en el suelo.

Dentro de este tipo de tratamientos se encuentran algunos como:

- Pasteurización por calor.
- Vapor de agua a 60 -70°C por 30 minutos.
- Fumigación con:
 - Bromuro de metilo, en dosis de 100 g/ m².
 - Cloropicrina, en dosis de 70 g/m²
 - 1,3 dicloropropeno (1,3-D), el cual posee acción nematicida y efecto adicional de matar las raíces remanentes en el suelo. Cuando se usa a dosis máxima se logra un buen efecto en replantaciones.
 - Formalina, con la cual se ha obtenido éxito en la replantación de manzanos en Bélgica.
 - Metil isotiocianato (Vapam), es un producto que elimina nematodos y causa la muerte de raíces, pero presenta dificultades para lograr un tratamiento homogéneo y es necesario esperar un año para superar efectos indeseados, por lo cual no lo han convertido en una alternativa en California.

Los tratamientos de amplio espectro (fumigación) son los más efectivos para evitar problemas de replantación inmediata. Este tipo de tratamientos se realizan tanto en campo como en macetas. En el caso de macetas se usa también como método de predicción a problemas futuros a nivel de campo. Al aplicar estos tratamientos de amplio espectro, bajo diferentes condiciones de pH, nematicidas, fungicidas o elementos minerales, se puede deducir que algunas causas son más importantes que otras bajo una determinada condición. Si se realiza un tratamiento específico y causa un efecto similar al de amplio espectro, se atribuye como causa del problema de replantación al efecto que ese tratamiento específico esté superando. Sin embargo, son pocos los casos en que un problema específico, ya sea patológico u otro, ha sido identificado como el causal único de los problemas de replantación.

Algunos de estos tratamientos de fumigación han sido realizados en el país, observándose que el efecto se restablece luego de algunos años. En un principio, por la fumigación se eliminan los componentes de rechazo y de nematodos, pero luego se restablece la fauna biológica (principalmente nematodos fitoparásitos) aprovechando el vacío ecológico y la ausencia de portainjertos resistentes (en el caso que no hayan), por lo que se vuelve a una condición de bajo desarrollo en el huerto.

2. Uso de portainjertos

Otro tratamiento o medida de control al problema de replantación en frutales es el uso de portainjertos.

Utilizar portainjertos logra mejores desarrollos de la planta, adaptándose a las condiciones del suelo. La elección de uno que posea resistencia y/o tolerancia múltiple a varios de los factores de estrés es importante para asegurar el éxito en el establecimiento del árbol y en su vida productiva. Una solución es usar portainjertos de una especie genéticamente lejana, que permita la replantación inmediata. Sin embargo, cuando existen problemas no específicos como nematodos, se debe de usar portainjertos resistentes y vigorosos. Se ha probado que portainjertos más resistentes, causan un vigor más alto en la nueva plantación reduciendo el problema de crecimiento.

Se han realizado experiencias en el uso de portainjertos vigorosos y resistentes a nematodos con vides, con buen resultado, aunque han existido problemas de compatibilidad, atribuyéndose a la presencia de algunos virus en las plantas. Por otro lado, en replantación de durazneros se ha utilizado portainjertos híbridos almendro-duraznero, sin embargo algunos de ellos (GF-677) presentan sensibilidad a nematodos, o la combinación podría resultar con un vigor superior al deseado, especialmente al trabajar con variedades tempranas, muy vigorosas.

3. Tiempo de espera

Otra medida que permite la replantación de especies frutales es la espera de un tiempo previo a la plantación, el cual es variable de uno, dos o tres años, dependiendo de la especie. Luego de esperar este tiempo, se puede aplicar otro tratamiento, como por ejemplo, fumigar para obtener mejores resultados.

El período de espera ideal son 4 años, con una reducción del problema de 25% por año, según McKenry, dadas las experiencias en California. En tanto, investigadores italianos informan que este período de tiempo puede alcanzar hasta los 20 años en algunas especies.

4. Aplicación de fertilizantes y de herbicidas

Estudios e investigaciones han demostrado que aunque no se controlan los problemas de replantación mediante la adición de nutrientes, la aplicación al suelo de un fertilizante que contenga fósforo estimula el desarrollo y crecimiento de las planta. Se recomienda la aplicación de fosfato monoamónico (MAP) tanto para suelos fumigados y no fumigados, o también combinado con fungicidas, ayudando en el crecimiento inicial de las plantas.

Otra novedosa medida que se usa es causar la muerte de los tejidos vivos, por medio de herbicidas, antes de remover el huerto. A través de la muerte de las raíces se elimina el componente de rechazo y los nematodos que persisten dentro de los tejidos. Realizando esto, se puede reducir el período de espera a 18 meses (1 año y medio). Este tratamiento es muy utilizado en frutales de carozo.

5. Aplicación de nematocidas

No existe suelo que no presente nematodos, aunque para producir daños tienen que estar en un número elevado y las especies de plantas tienen que ser sensibles a ellos. Para saber si un suelo cuenta con niveles altos de nematodos se debe de analizar una muestra de tierra y raíces en un laboratorio.

En el caso de un suelo con problemas de replante, debido a la presencia significativa de nematodos, la medida de control más efectiva sería la aplicación de algún nematocida. Este método reduce el problema de replante, disminuyendo el número de nematodos en el suelo, logrando que la planta obtenga un mejor crecimiento y desarrollo.

Si se aplica nematocida como medida de control a un suelo con problemas de replante y no se presentan efectos positivos en el desarrollo de la planta, es indicador que la causa del problema de replantación no se debe a la presencia de nematodos. Por lo tanto, el uso de nematocida no es efectivo bajo esas condiciones.

6. Uso de enmiendas

La aplicación de enmiendas orgánicas es una medida utilizada. No obstante, según la experiencia de Hoestra no logra mejorar significativamente el desarrollo de manzanos en Holanda. En California, McKenry presenta similar experiencia. Lo mismo sucede en Chile, al trabajar con 4 portainjertos de manzano y con la adición de compost. Por el contrario, en Chile, Furniss⁴ encontró en duraznero el efecto del guano similar a Bromuro de metilo solo en el portainjerto Nemaguard, pero no en otros portainjertos (Nemared, GF677, Mrs 2/5). Kunz⁵ encuentra efectos distintos, logrando efectos positivos en MRS 2/5, menores en Nemaguard, y negativos en Chucho y GF-677.

⁴⁻⁵ Ver Anexo *Literatura Consultada*.

7. Rotación de cultivos

La rotación de cultivos se define como la práctica de alternar dos o más cultivos en una misma superficie y en un tiempo determinado.

Es un método tradicional empleado hace varios años el cual permite aprovechar y optimizar los recursos suelo, agua y nutrientes mediante la distinta capacidad que tienen las especies de explorar el suelo, mejorando las propiedades físicas y químicas del mismo, estableciendo un mejor balance hídrico y obteniendo un mayor equilibrio de la biodiversidad (microorganismos, insectos).

Dentro de las principales ventajas que presentan están:

- Evita el desgaste del suelo, controla la erosión, conserva la bioestructura del suelo.
- Evita, reduce y controla el desarrollo de plagas y/o enfermedades del suelo y de la planta. (Se reprimen los patógenos quitándoles su recurso alimenticio).
- Control de malezas.
- Controla el nivel de minerales del suelo, uso de nutrientes residuales del suelo.
- Ayuda a recuperar el contenido de materia orgánica

La rotación de cultivos busca mantener y maximizar la productividad de los huertos y su beneficio depende de la selección y secuencia adecuada de los cultivos a rotarse. Los cultivos que se van a elegir deben beneficiarse mutuamente, para lograr las ventajas antes mencionadas.



► 4. Alcances de la Herramienta

El proyecto precursor que da origen a este documento trabajó sobre la base de probar algunas de las herramientas de control descritas ante el problema de replantación. Se realizaron ensayos y tratamientos en diversas regiones de Chile a ciertas especies, tales como: manzano, peral, duraznero, cerezo, ciruelo, nogal y vid.

La metodología utilizada se basa en el modelo propuesto por McKenry y la interacción de sus 4 factores: componente de rechazo, efecto de plagas, problemas físicos-químicos y nutricionales del suelo.

Se obtuvieron resultados para identificar la magnitud del problema y determinar, en lo posible, sus causas. El enfoque fue de comportamiento vegetativo y no productivo. Además, se evaluó el nivel inicial de nematodos, así como la evolución de éstos después de aplicado los tratamientos.

En concreto, siguiendo las medidas de control antes mencionadas, se trabajó en:

1. Tratamientos de esterilización
 - a) Fumigación:
 - Bromuro de metilo
 - 1,3-Dicloropropeno
 - Cloropicrina
 - Combinación de los anteriores.
2. Uso de portainjertos
3. Tiempo de espera (previo a la plantación)
4. Aplicación de fertilizantes y herbicidas
 - a) Fertilización fosfatada (MAP) + fungicida Manzate.
 - b) Secado de plantas: corte de la planta adulta y aplicación de un herbicida sistémico al inicio, con el arranque de los tocones posteriormente, previo a la plantación.
5. Aplicación de nematicidas
6. Uso de enmiendas
 - a) Aplicación de compost
 - b) Aplicación de guano
7. Mixtas
 - a) Uso de portainjertos + fumigar
 - b) Tiempo de espera + fumigar
 - c) Aplicación de compost + fumigar
 - d) Aplicación de guano + fumigar
8. Testigo o control (sin fumigar)

Para medir los resultados, al momento de la plantación se evaluó el peso y diámetro de tronco, para luego, en un final de cada temporada de crecimiento, medir el diámetro del tronco como referencia de medida de crecimiento vegetativo, calculando así el área sección transversal de tronco (ASTT, cm²).

A través de los resultados obtenidos para las distintas especies se constata que los problemas de replantación existen en Chile y son significativos, variables a cada zona y especie. Se manifiesta una disminución generalizada del crecimiento de los árboles, la que es posible observar en las variables de crecimiento evaluadas. Claramente la altura de las plantas es la variable que más tempranamente mostró diferencias entre los distintos tratamientos y el testigo.

Los resultados más relevantes generados por el proyecto a través de los ensayos y su seguimiento son:

1. Tratamientos de esterilización

Se determinaron diferencias de crecimiento importantes entre suelo fumigado y testigo. El tratamiento de fumigación es el más significativo y con mayores efectos positivos sobre el crecimiento vegetativo de la planta.

2. Uso de portainjertos

Logra buenos resultados de adaptación a las condiciones del suelo y, por lo tanto, para el crecimiento y desarrollo de la planta, pero se muestra una respuesta muy variable, dependiendo del ensayo particular, por lo que no se permite una generalización respecto de sus tolerancias. Para ciertos casos, como presencia de nematodos, se recomienda utilizar portainjertos resistentes. El uso de portainjertos más fumigación logra resultados mejores sobre el crecimiento reduciendo el problema de replantación, a diferencia del uso de portainjertos sin fumigar.

3. Tiempo de espera (previo a la plantación)

La espera de un tiempo previo a la plantación, ya sea uno, dos o tres años, dependiendo de la especie es una medida de control que reduce los problemas de replantación, más aún, si se combina con otro tratamiento como la fumigación. De los 3 a 4 años de espera en un huerto con problemas de replante, se observa una mayor disminución del problema.

4. Aplicación de fertilizantes y herbicidas

Ni la aplicación de fósforo más fungicida o el secado previo del huerto fueron muy efectivos como estimulador del crecimiento, distinguiéndose poco del testigo, a diferencia de la fumigación. Esto indica que los agentes causales de los problemas de replantación no serían eliminados con estos tratamientos. En el caso del tratamiento de secado la razón puede ser que en el lugar del ensayo no se dieron las condiciones adecuadas para que ocurra la muerte total de las raíces del árbol (el herbicida aplicado al tronco no se movilizó en la planta como para producir la muerte de las raíces y con ello la muerte de la microflora que causaría los problemas de replantación).

5. Aplicación de nematicidas

En las aplicaciones de nematicidas frente al problema de replante no se obtuvieron muy buenos resultados en el crecimiento y desarrollo de la planta. Los bajos resultados se pueden explicar debido a que los nematodos no serían causales del problema de replantación presente en el huerto de ensayo.

6. Uso de enmiendas

Tanto la adición de compost como la de guano al suelo obtuvieron resultados intermedios. En ciertos casos, el crecimiento anual de las plantas es inferior al tratamiento testigo. La combinación de estos con suelo fumigado sí presentó diferencias del tratamiento testigo, reduciendo el problema de replantación y, por lo tanto, se observó un crecimiento superior de las plantas que sería sólo por causa de la fumigación, más que por la adición de compost o guano.

También se encontraron diferencias en los problemas de replantación entre zonas, por lo cual no se puede hacer generalizaciones. Además se presenció desuniformidad de distribución de los problemas de replantación en un terreno, lo que significa que aún cuando el huerto pre-existente haya ocupado toda la superficie, quedarían sectores donde los problemas de replantación serían menores o inexistentes. Por otro lado, es necesario destacar que la planta, aún varios años después, sigue mostrando su crecimiento anual afectado por el problema de replantación, dando muestras de la persistencia del problema.

Los tratamientos de esterilización, en particular la fumigación, fueron los más efectivos en todos los casos para evitar los problemas de replantación.

Es necesario aún realizar más estudios e investigaciones respecto a los problemas de replantación y su persistencia, para decidir los tratamientos más oportunos y los tiempos de esperas adecuados que permiten superar eficientemente el problema, los cuales deben evaluarse económicamente.

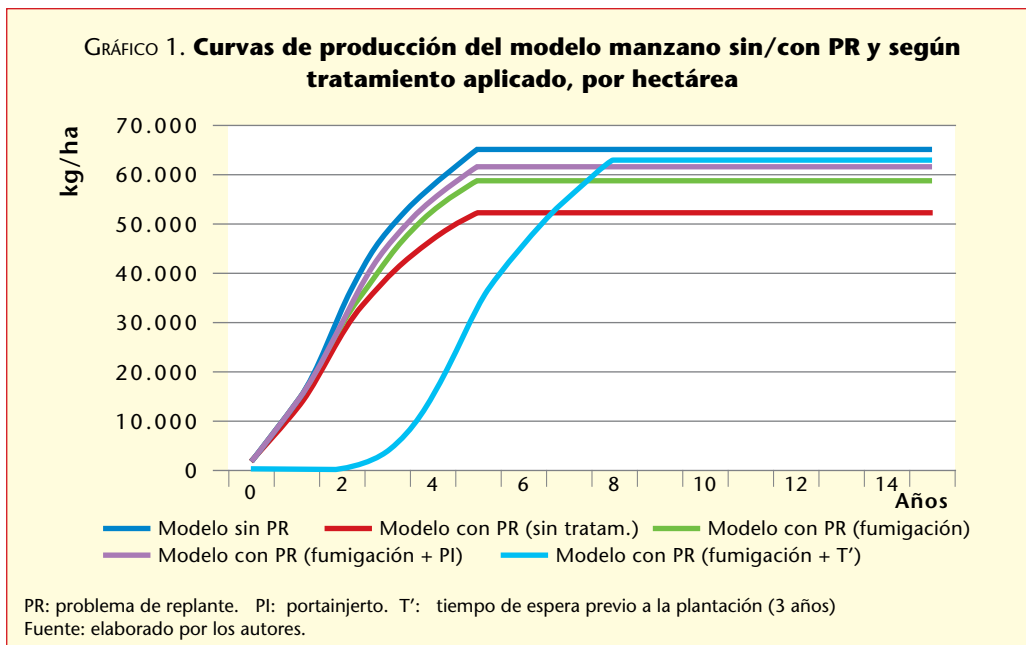
► 5. Valorización de las Herramientas de Control

Esta sección pretende ilustrar que las decisiones técnicas que se tomen en cómo abordar el tema del replante se pueden evaluar económicamente.

A partir de los resultados y experiencias recogidas del proyecto precursor, la experiencia que se dispone ha sido identificada como “Aprendizajes en la Replantación de Frutales”. Con el fin de ilustrar el rango de valores y resultados económicos, a continuación se presentan las diversas alternativas de control y de inversión, cuando se desee replantar y se haga necesario un tratamiento de control, de manera de poder evaluar adecuadamente la conveniencia de cada opción.

Dado que los resultados generados a partir del proyecto precursor se refieren solo al crecimiento relativo de las plantas y no a los aspectos productivos (kgs/planta), solo para efectos de poder valorar el impacto de una u otra alternativa de control se ha procedido a confeccionar curvas de producción arbitrarias basadas en el promedio de los resultados obtenidos,⁶ como se muestra en el Gráfico 1.

Cabe indicar que cada simulación presenta un escenario dado, en cuanto al rendimiento productivo, por lo que no se debe considerar este ejercicio como absoluto, sino solo como un modelo para valorizar el aprendizaje generado. El proyecto precursor realizó diversos ensayos en distintas regiones, los cuales no son comparables entre sí. Por ello, el análisis económico evaluado en este informe especifica una localidad para cada especie. Por lo tanto, estos resultados son una base de información, ya que varían según especie y zona.



⁶ Ver detalle de los resultados del proyecto precursor en la Sección 2 de este documento.

En este ejercicio se han evaluado dos especies: manzano y cerezo, analizando para las diversas alternativas de control, su influencia en el huerto mismo (costos y producción) y sus resultados económicos.

Simulación de Control en Manzano

La primera simulación se realizó a base de un modelo de producción de manzano, en el cual se evaluaron los principales manejos de control de replantación.

Para cada escenario evaluado, se tiene como base:

- Localidad para el cultivo: Paine, Región Metropolitana.
- Plantas de la variedad "Royal Gala".
- Densidad de plantación de 4,0m x 1,5m, con un total de 1.667 plantas por hectárea.
- Riego tecnificado.
- Inversión al año 0 de \$4.869.531 por hectárea, correspondiente a las plantas, riego tecnificado y materiales de estructura necesarios.
- Proyección: 15 años de desarrollo del proyecto.

En las Tablas 1 y 2 se observan los escenarios de simulación analizados con los tratamientos aplicados y los costos adicionales para la implementación de cada tratamiento, respectivamente.

TABLA 1. Escenarios de simulación de tratamientos para mitigar la replantación en el caso de manzanos

Escenario	Tratamiento	Costo \$/Ha	Rendimiento productivo
1. Escenario sin PR	-	-	Producción 100%, año en régimen 65.000 kg/ha.
2. Escenario con PR	Sin tratamiento	-	Producción 80%, año en régimen 52.000 kg/ha.
3. Escenario con PR	Fumigación	Fumigación: \$1.000.000/Ha	Producción 90%, año en régimen 58.500 kg/ha.
4. Escenario con PR	Fumigación +	Fumigación: \$1.000.000/Ha	Producción 95%, año en régimen, 61.750 kg/ha.
	Portainjerto	Portainjerto: US\$1/plta	
5. Escenario con PR	Fumigación +	Fumigación: \$1.000.000/Ha	Producción 97%, año en régimen, 63.050 kg/ha.
	Tiempo de espera (3 años)	Costo Alternativo	

PR: problema de replante

Año en régimen: año en plena producción.

Fuente: elaborado por los autores.

TABLA 2. Costos adicionales para los escenarios con tratamiento aplicado. Valores en pesos/ha

Ítem	3. Escenario c/PR (Fumig.)	4. Escenario c/PR (Fumig.+PI)	5. Escenario c/PR (Fumig.+T')
Fumigación	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Portainjerto	-	833.500	-
Total costos adicionales	1.000.000	1.833.500	1.000.000

PR: problema de replante

PI: portainjerto

T': tiempo de espera

Fuente: elaborado por los autores.

A continuación se explica cada escenario, con su supuesto rendimiento productivo:

1. Escenario sin PR:

Este primer escenario no presenta problemas de replantación, es decir, tiene un rendimiento productivo por hectárea óptimo (de 100%), de 65.000 kilos/ha en plena producción (Tabla 1). La curva de producción inicial se observa en el Gráfico 1. La inversión requerida para su implementación al año 0 es de un total de \$ 4.869.531 por hectárea, lo cual corresponde a las plantas, riego tecnificado y a los materiales de estructura necesarios.

Los siguientes escenarios de simulación son realizados a base del primero, con la diferencia que presentan problemas de replantación. Por lo tanto, el rendimiento productivo por hectárea decae y, por consiguiente, disminuyen en igual magnitud los ingresos por hectárea. Sin embargo, al aplicar un tratamiento o medida de control, ya sea fumigar, usar portainjerto o esperar un tiempo previo a la plantación, el rendimiento productivo disminuye, pero en menor magnitud. Adicionalmente, presentan costos correspondientes al tratamiento aplicado.

2. Escenario con PR, sin tratamiento:

Si el escenario 1 presenta problemas de replante y no se aplica ningún tratamiento o medida de control, se está frente al escenario 2. El rendimiento productivo decae en un 20% con respecto al escenario inicial, es decir, alcanza sólo 52.000 kgs/ha en plena producción (Tabla 1) y se observa en el Gráfico 1 su curva de producción disminuida cada año. La inversión requerida para su implementación al año 0 es la misma que el escenario 1, de un total de \$ 4.869.531 por hectárea.

3. Escenario con PR, tratamiento de fumigación:

Este escenario presenta problemas de replante, pero a diferencia del anterior se aplica un tratamiento de esterilización al suelo, en este caso se realiza una fumigación. Como se observa en la Tabla 1 el rendimiento productivo disminuye un 10% con respecto al modelo inicial, alcanzando una producción de 58.500 kgs/ha en plena producción y se observa en el Gráfico 1 su curva de producción disminuida cada año. Adicionalmente a la disminución de ingresos en igual magnitud (10%), el costo de inversión aumenta en un \$1.000.000/ha, debido al costo adicional de la fumigación (Tabla 2), alcanzando un total de \$ 5.869.531 por hectárea. Para efectos de valorización, la fumigación en este caso no especifica un producto único, sino que se generaliza, presentándose como un costo total único adicional.

4. Escenario con PR, tratamiento de fumigación + portainjerto:

Este escenario es uno con los mismos problemas de replante que los escenarios 2 y 3, pero esta vez como medida de control se combina la fumigación del suelo con el uso de portainjertos. Como resultado se presenta un mejor rendimiento productivo que el escenario anterior, disminuyendo un 5% con respecto al modelo inicial, es decir, alcanza una producción de 61.750 kgs/ha en plena producción (Tabla 1). En el Gráfico 1 se observa su curva de producción. Adicionalmente a la disminución de ingresos en igual magnitud (5%), se tiene el costo adicional en la inversión correspondiente a la fumigación en un \$1.000.000/ha y el uso de portainjerto de US\$1/planta (1.667 plantas), es decir, \$833.500/ha (valor del dólar \$500) (Tabla 2). Por lo tanto, se tiene una inversión total de \$ 6.703.031 por hectárea.

5. Escenario con PR, tratamiento de fumigación + tiempo de espera (3años):

El último escenario analizado es uno que presenta los mismos problemas de replante, pero en este

caso, como medida de control se propone esperar 3 años antes de realizar la plantación con la fumigación. Se eligieron 3 años de espera, dado que fue el tiempo que mostró mejores resultados en el crecimiento de la planta, en el proyecto precursor. La caída en el rendimiento productivo es menor que los anteriores escenarios, disminuyendo en un 3% con respecto al modelo inicial, es decir, alcanza una producción de 63.050 kgs/ha (Tabla 1). En el Gráfico 1 se observa su curva de producción. Adicionalmente a la disminución de ingresos en igual magnitud (3%), se tiene el costo adicional en la inversión correspondiente a la fumigación en un \$1.000.000/ha (Tabla 2) y el costo adicional llamado en este caso “costo alternativo” el cual corresponde a lo que se deja de ganar debido a los tres años de espera y se representa en el flujo de caja con una proyección a 12 años, en vez de 15 años, como en un inicio.

Para evaluar la conveniencia de cada escenario, a continuación se muestran en la Tabla 3 los indicadores de rentabilidad, VAN y TIR de cada uno:

TABLA 3. **Indicadores económicos, según cada escenario**

Escenario	Tratamiento	Indicadores económicos	
		VAN	TIR
1. Escenario sin PR	-	6.938.764	24,87%
2. Escenario con PR	Sin tratamiento	1.375.122	14,81%
3. Escenario con PR	Fumigación	3.156.943	17,55%
4. Escenario con PR	Fumigación + Portainjerto	3.714.353	17,94%
5. Escenario con PR	Fumigación + Tiempo de espera (3 años)	3.555.946	19,16%

Indicadores Económicos: no considera el costo de la tierra ni el valor de salvamento de la plantación.

Fuente: elaborado por los autores.

Se observa en la Tabla 3 que cada escenario es rentable, generando un beneficio económico positivo en los 15 años en que se desarrollan, además de un buen retorno sobre la inversión inicial.

Si se comparan estos resultados entre sí, se observa que el escenario 1, sin problemas de replante, obtiene un beneficio económico de \$6.938.764 (VAN) y una TIR de 24,87%, los cuales son los mejores resultados económicos a obtener. En el escenario 2, con problemas de replante y sin tratamiento, estos resultados a pesar de ser aún rentables, disminuyen bastante, por lo que no es una decisión muy tentativa a tomar. Si se aplica alguno de los tratamientos evaluados anteriormente, es decir, escenarios 3, 4 y 5, el VAN y la TIR se vuelven mayores con respecto al modelo 2. Estos 3 últimos modelos generan menores pérdidas económicas con respecto al escenario 2 y se analiza que la tasa de retorno sobre la inversión inicial se vuelve cada vez mayor si se combinan dos tratamientos, siendo el último modelo, fumigación más tiempo de espera, el cual generaría mejores resultados dentro de los tres, con una TIR de 19,16%. Por lo tanto, el esperar un tiempo antes de plantar, ya sea uno, dos o tres años como en este caso y no sembrar inmediatamente y además fumigar, consigue aumentar más el rendimiento productivo y, por lo tanto, el rendimiento económico. Además el “costo alternativo” no afectaría en gran medida en la rentabilidad del proyecto.

Se infiere que la fumigación es el tratamiento más efectivo que genera resultados positivos, tanto productivos como económicos, para todos los escenarios. Si se tuviera que decidir por una opción, se debe primero saber cuánto capital se cuenta para invertir en un tratamiento, pero dado estos escenarios anteriormente analizados, el escenario 5 sería la mejor opción ante problemas de replante. En cualquier caso, si se desea optar por un sólo tratamiento y no dos combinados, el tratamiento de fumigación sería la mejor decisión a tomar, ya que como se analizó en el proyecto precursor, la fumigación fue el tratamiento con resultados superiores sobre el crecimiento. Y si se combina con cualquier otro tratamiento, el resultado fue mejor aún, lo que se debió en gran parte a la fumigación, más que al segundo tratamiento.

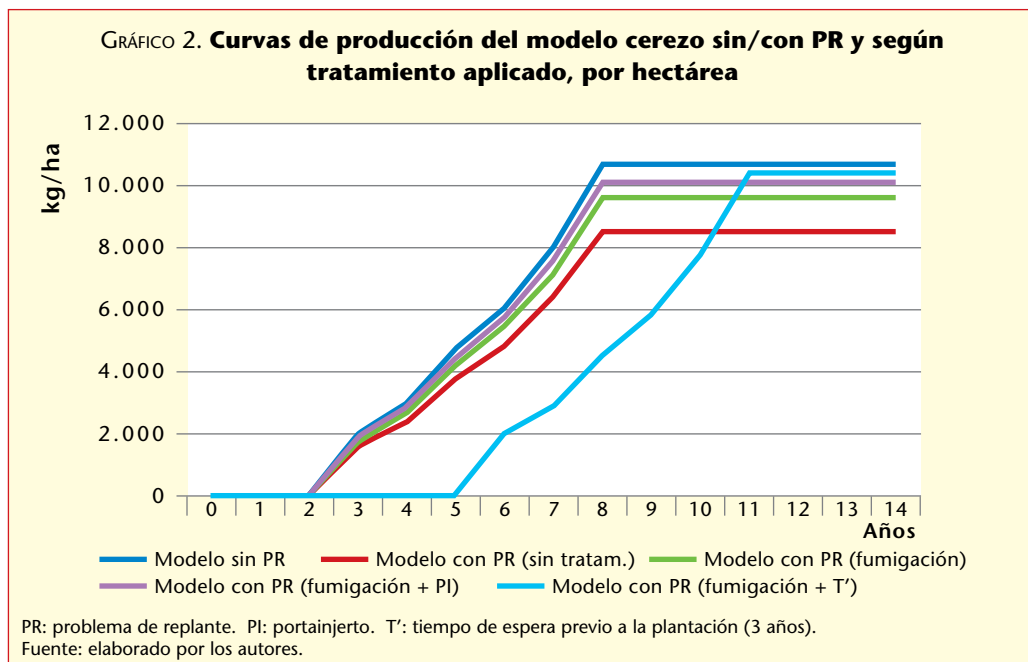
Pueden existir otros escenarios no analizados en esta valorización, como la combinación de un tratamiento de fumigación con tiempo de espera y uso de portainjerto, del cual se esperarían mejores rendimientos productivos y, por lo tanto, una mejor rentabilidad económica, con respecto al modelo 3, 4 y 5. Este ejercicio es sólo una base ante el problema de replantación en especies frutales.

Los flujos de ingresos, costos y márgenes para quince años de desarrollo, de cada escenario, se presentan en los anexos. Los valores no consideran impuestos, ni se asigna un valor final de liquidación de los activos.

Simulación de Control en Cerezo

La segunda simulación se realizó a base de un modelo de producción de cerezo, en el cual se evaluaron los principales manejos de control de replantación.

Dado que el proyecto precursor obtiene resultados solo del crecimiento vegetativo de la planta, a raíz de esos resultados se infiere el rendimiento productivo que es posible obtener. Además, se confeccionaron curvas de producción arbitrarias para cada escenario, como se observa en el Gráfico 2. Por lo tanto, no es un ejercicio absoluto, sino que sólo un modelo para generar las respectivas valorizaciones.



Para cada escenario evaluado, se tiene como base:

- Localidad para el cultivo: Romeral, VII región.
- Densidad de plantación 667 plantas por hectárea.
- Riego tecnificado.
- Inversión al año 0 de \$2.020.260 por hectárea, correspondiente a las plantas y al riego tecnificado.
- Proyección: 15 años de desarrollo del proyecto.

En las Tablas 4 y 5 se observan los escenarios de simulación analizados con los tratamientos aplicados y los costos adicionales para la implementación de cada cual, respectivamente.

TABLA 4. Escenarios de simulación de tratamientos para mitigar la replantación en el caso de cerezos

Escenario	Tratamiento	Costo \$/Ha	Rendimiento productivo
1. Escenario sin PR	-	-	Producción 100%, año en régimen 10.672 kg/ha.
2. Escenario con PR	Sin tratamiento	-	Producción 80%, año en régimen 8.538 kg/ha.
3. Escenario con PR	Fumigación	Fumigación: \$1.000.000/Ha	Producción 90%, año en régimen 9.605 kg/ha.
4. Escenario con PR	Fumigación + Portainjerto	Fumigación: \$1.000.000/Ha Portainjerto: US\$1/plta	Producción 95%, año en régimen, 10.138 kg/ha.
5. Escenario con PR	Fumigación + Tiempo de espera (3 años)	Fumigación: \$1.000.000/Ha Costo Alternativo	Producción 97%, año en régimen, 10.352 kg/ha.

PR: problema de replante. Año en régimen: año en plena producción.

Fuente: elaborado por los autores

TABLA 5. Costos adicionales para los escenarios con tratamiento aplicado. Valores en pesos/ha

Item	3. Escenario c/PR (Fumig.)	4. Escenario c/PR (Fumig.+PI)	5. Escenario c/PR (Fumig.+T')
Fumigación	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Portainjerto	-	333.500	-
Total costos adicionales	1.000.000	1.333.500	1.000.000

PR: problema de replante. Año en régimen: año en plena producción.

Fuente: elaborado por los autores

A continuación se explica cada escenario, con su supuesto rendimiento productivo.

1. Escenario sin PR:

Este primer escenario, no presenta problemas de replantación, es decir, tiene un rendimiento productivo por hectárea óptimo (de 100%), de 10.672 kilos/ha en plena producción (Tabla 4). La curva de producción inicial se observa en el Gráfico 2. La inversión requerida para su implementación al año 0 es de un total de \$ 2.020.260 por hectárea, lo que corresponde a las plantas y al riego tecnificado.

Los siguientes escenarios se basan en el primero, con la diferencia que presentan problemas de replantación. Por lo tanto, el rendimiento productivo por hectárea decae y, por consiguiente, disminuye en igual magnitud los costos de cosecha y los ingresos por hectárea. Sin embargo, al aplicar un tratamiento o medida de control, ya sea fumigar, uso de portainjerto o esperar un tiempo previo a la plantación, el rendimiento productivo disminuye, pero en menor magnitud. Adicionalmente, presentan costos correspondientes al tratamiento aplicado.

2. Escenario con PR, sin tratamiento:

Este segundo escenario es igual al 1, con la diferencia que presenta problemas de replante, pero no se aplica ningún tratamiento o medida de control. El rendimiento productivo decae en un 20% con respecto al escenario inicial, es decir, alcanza sólo 8.538 kgs/ha en plena producción (Tabla 4). En el Gráfico 2 se observa su curva de producción disminuida cada año en un 20%. La inversión requerida para su implementación al año 0 es la misma que el escenario 1, de un total de \$2.020.260 por hectárea.

3. Escenario con PR, tratamiento de fumigación:

Este escenario es el mismo que el escenario 2 con problemas de replante, pero con la diferencia que se aplica un tratamiento de esterilización al suelo y se realiza una fumigación. Como se observa en la Tabla 4 el rendimiento productivo disminuye un 10% con respecto al modelo inicial, alcanzando una producción de 9.605 kgs/ha en plena producción. Se observa en el Gráfico 2 su curva de producción disminuida cada año. Adicionalmente a la disminución de los costos de cosecha y de ingresos en igual magnitud (10%), el costo de inversión aumenta debido al costo adicional de la fumigación en un \$1.000.000/ha (Tabla 5), alcanzando un total de \$3.020.260 por hectárea. Para efectos de valorización, la fumigación en este caso no especifica un producto único, sino que se generaliza, presentándose como un costo único adicional.

4. Escenario con PR, tratamiento de fumigación + portainjerto:

Este escenario tiene los mismos problemas de replante que los modelos 2 y 3, pero esta vez como medida de control se combina la fumigación del suelo con el uso de portainjertos. Como resultado se presenta un mejor rendimiento productivo que el escenario anterior, disminuyendo un 5% con respecto al escenario inicial. Por lo tanto, alcanza una producción de 10.138 kgs/ha en plena producción (Tabla 4). En el Gráfico 2 se observa su curva de producción. Adicionalmente a la disminución de los costos de cosecha e ingresos en igual magnitud (5%), se tiene el costo adicional en la inversión correspondiente a la fumigación en un \$1.000.000/ha y el uso de portainjerto de US\$1/planta (1.667 plantas), es decir, \$833.500/ha (valor del dólar \$500), por lo cual se tiene una inversión total de \$3.353.760 por hectárea (Tabla 5).

5. Escenario con PR, tratamiento de fumigación + tiempo de espera (3 años):

El último escenario analizado presenta los mismos problemas de replante, pero en este caso, como medida de control se combina con la espera de 3 años antes de realizar la plantación con el tratamiento de fumigación, período elegido porque fue el tiempo que mostró mejores resultados en el crecimiento de la planta, en el proyecto precursor. La caída en el rendimiento productivo es menor que los anteriores modelos, disminuyendo en un 3% con respecto al modelo inicial, es decir, alcanza una producción de 10.352 kgs/ha (Tabla 4). En el Gráfico 2 se observa su curva de producción. Adicionalmente a la disminución de los costos de cosecha e ingresos en igual magnitud (3%) se tiene el costo adicional en la inversión correspondiente a la fumigación en un \$1.000.000/ha (Tabla 5) y el llamado, en este caso, "costo alternativo", que corresponde a lo que se deja de ganar debido a los tres años de espera. En el flujo de caja se representa con una proyección a 12 años, en vez de los 15 años iniciales.

A continuación, para evaluar la conveniencia de cada escenario, en la Tabla 6 se muestran los indicadores de rentabilidad, VAN y TIR de cada uno.

TABLA 6. Indicadores económicos, según cada escenario

Escenario	Tratamiento	Indicadores económicos	
		VAN	TIR
1. Escenario sin PR	-	20.320.613	29,12%
2. Escenario con PR	Sin tratamiento	13.406.371	24,68%
3. Escenario con PR	Fumigación	15.863.492	25,16%
4. Escenario con PR	Fumigación + Portainjerto	17.258.553	25,63%
5. Escenario con PR	Fumigación + Tiempo de espera (3 años)	11.921.572	24,22%

Indicadores Económicos: no considera el costo de la tierra ni el valor de salvamento de la plantación.

Fuente: elaborado por los autores.

En la Tabla 6 se observa que cada escenario es rentable, generando un beneficio económico y retorno sobre la inversión inicial positivo en los 15 años en que se desarrollan.

Si se comparan estos resultados entre sí, se observa que el escenario 1, sin problemas de replante, obtiene un beneficio económico de \$20.320.613 (VAN) y una TIR de 29,12%, que significan los mejores resultados económicos a obtener. En el escenario 2, con problemas de replante y sin tratamiento estos resultados disminuyen, a pesar de ser aún rentables. Es decir, es la decisión menos tentativa a elegir.

Si se analizan los escenarios 3 y 4, en los cuales se aplica tratamientos de control al problema de replante, el VAN y la TIR se vuelven mayores con respecto al escenario 2, es decir, generan menores pérdidas económicas. Esto indica que es mejor realizar alguno de estos tratamientos, antes de no aplicar ninguno. El escenario 4 es el más tentativo, es decir, combina la fumigación con el uso de portainjertos, con una TIR de 25,63%.

A diferencia de los resultados de la simulación de control en manzano y los tratamientos aplicados, analizados anteriormente, el último escenario que espera 3 años antes de realizar la plantación y que combina con la fumigación, a pesar de ser rentable, no presenta mejores resultados económicos que los escenarios anteriores, lo que sí se observa en manzanos. Además, presenta un VAN y una TIR menores que el escenario 2, en el cual se advierten problemas de replante y no se aplica un tratamiento de control. Esto se explica porque aguardar tres años antes de sembrar genera un costo adicional⁷ que el proyecto no es capaz de sostener en el tiempo, a pesar de tener un mejor rendimiento productivo y mayores ingresos.

Al igual que en la simulación de control en manzanos, se infiere que la fumigación es el tratamiento más efectivo que genera resultados positivos, tanto productivos como económicos, para todos los escenarios. Si existen problemas de replante y hubiese que decidir por una opción, se debe saber primero cuánto capital se cuenta para invertir en un tratamiento. El escenario 4 presenta mejores resultados económicos que el 3, pero con diferencias mínimas, pues éste requiere menor inversión. Por esto, si se cuenta con menos capital convendría realizar el escenario 3, es decir, sólo aplicar el tratamiento de fumigación.

En cualquier caso, si se desea optar por un sólo tratamiento y no dos combinados, la fumigación sería la mejor decisión, ya que como se analizó en las conclusiones del proyecto precursor, fue el con resultados superiores sobre el crecimiento. Cuando se combinó con cualquier otro, el efecto fue mejor aún, en gran parte gracias la fumigación, más que al segundo tratamiento.

Se debe de recordar que este ejercicio es sólo una base ante el problema de replantación en especies frutales. Los flujos de ingresos, costos y márgenes para quince años de desarrollo de cada modelo, se presentan en los anexos. Los valores no consideran impuestos, ni se asigna un valor final de liquidación de los activos.

Conclusiones

Cuando se necesita replantar un huerto y éste presenta problemas de replantación, debido a ciertas causas y no se tiene un nuevo terreno (suelo virgen), se hace necesario aplicar un tratamiento de control, para evitar pérdidas vegetativas, productivas y, por lo tanto, económicas. Dentro de la variedad de tratamientos analizados por el proyecto precursor y por este documento, se concluye que el de fumigación, en general, obtiene los mejores resultados vegetativos, por lo cual se infieren en buenos resultados productivos y económicos. Si a este tratamiento se suma otra medida

⁷ “Costo alternativo”: lo que deja de ganar o el retraso que se genera, debido a los 3 años de espera iniciales.

de control al problema de replante, como el uso de portainjertos o esperar un tiempo antes de realizar la plantación, el problema de replante disminuye, logrando efectos aún mejores. Con un cultivo con problemas de replante conviene realizar un tratamiento de control para así asegurar su sustentabilidad y, por lo tanto, un rendimiento económico positivo al productor.

▶ 6. Claves de la viabilidad

Problema de replantación: si no se tiene un huerto nuevo, es decir, un suelo virgen y es necesario replantar, se debe de identificar si existen problemas para hacerlo en el terreno y su magnitud y, en lo posible, sus causas.

Tratamiento de control: al replantar en un terreno que presenta problemas de replantación se debe de identificar cuál tratamiento de control o mitigación es el más indicado para la especie, zona y problema que se presente. Lograr obtener los mejores resultados, tanto en crecimiento vegetativo, como productivo, depende del tratamiento a realizar. El cultivo debería ser sustentable en el tiempo y generar un buen rendimiento económico.

Curva de producción: se debe de conocer la curva de producción que se obtiene de un cierto cultivo sin problemas de replante. Y además, ver cuál sería con los problemas de replante que se presentan en terreno, de manera de comparar y poder proyectar los resultados económicos esperados.

Capital de inversión a un tratamiento: si se quiere realizar cierto tratamiento, se debe de tomar la decisión sobre la base tanto de los resultados que se pueden obtener y su efecto positivo, como también en el capital necesario a invertir en el tratamiento.

▶ 7. Asuntos por resolver

Estudios e investigaciones: continuar los estudios e investigaciones (seguimientos) sobre el problema de replantación de frutales, para poder profundizar en los distintos temas (conocer las causas, magnitud del problema de replantación, realizar posibles comparaciones) y continuar investigando nuevas alternativas de control.

Incluir evaluación de efectos productivos: realizar estudios e investigaciones sobre el tema replantación y su problema, con un enfoque tanto en el crecimiento vegetativo como en el productivo. Si se entregan resultados con un enfoque productivo, es posible realizar comparaciones y evaluaciones económicas.

Evaluaciones económicas: realizar estudios económicos sobre los distintos tratamientos o medidas de control ante problemas de replantación para una especie frutal y así poder tomar una decisión fundamentada.

Establecer indicadores de de presencia y magnitud de problemas de replantación: contar con indicadores de alta confiabilidad para problemas de replantación en un huerto, que indiquen tanto la presencia como la magnitud del problema, de modo de en un futuro poder llegar a determinar las posibles causas. Si esto es posible, sería más fácil determinar cuál tratamiento es necesario para cada escenario, utilizando los de mejores rendimientos tanto vegetativos, productivos y económicos.

SECCIÓN 2

El proyecto precursor

► 1. Entorno

En Chile, desde la década de los 60 se comienzan a realizar mayores plantaciones de huertos frutales. A inicios de los 80 se consolidan las plantaciones masivas con el desplazamiento hacia varias regiones agrícolas, en las cuales se encontró el nicho ecológico más adecuado. Por ello, en la actualidad existen zonas específicas para determinados cultivos frutales como la uva en el norte o centro del país; los frutales de carozo y nueces en la zona central y el manzano o cerezo en la zona centro sur. Sin embargo, la cantidad de nuevos terrenos disponibles para el establecimiento de frutales es cada vez más reducida, dado que se hace cada vez más recurrente la replantación en suelos que ya han sido plantados anteriormente.

La replantación de un mismo cultivo ha llegado a ser más frecuente que el establecimiento de nuevas plantaciones, dado que existe una tendencia, por parte del agricultor, a especializarse en un cultivo y a sacar provecho de la experiencia adquirida en el manejo de un huerto durante varios años. Los cultivos se deben renovar cada cierto tiempo por problemas de suelo, bajas de productividad, envejecimiento de las plantaciones, razones de mercado (cambios en la demanda por nuevas variedades) y de manejo (introducción de nuevas técnicas de poda y producción). Por lo tanto, cuando esta renovación considera plantar en un huerto donde hubo un cultivo frutal anterior, es necesario conocer los efectos negativos del replante para evitar problemas en el nuevo huerto. Una adecuada replantación asegura la sustentabilidad de los huertos, logrando altos rendimientos tanto productivos como económicos.



► 2. El proyecto

El proyecto precursor, denominado “Diagnóstico y manejo de la replantación en frutales: acciones necesarias para la sustentabilidad futura de la industria frutícola” fue financiado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), entre noviembre del 2003 y octubre del 2008.

Su objetivo general fue determinar la magnitud de los problemas de replantación de frutales en diversas regiones del país y evaluar y difundir diferentes medidas de mitigación del problema.

Los objetivos específicos planteados fueron:

- 1) Determinar la magnitud de los problemas de replantación en duraznero, manzano, peral, nogal, vides, ciruelos y cerezos en huertos frutales entre las regiones III y X.
- 2) Evaluar diferentes medidas de manejo como: tratamientos al suelo, tratamientos al árbol, portainjertos, rotaciones, etc., que permitan atenuar o eliminar los problemas de replantación en estas especies.
- 3) Evaluar un sistema de diagnóstico temprano de los eventuales problemas de replantación.
- 4) Difundir los resultados del proyecto, a través de parcelas demostrativas, página web y una red de electrónica de información a interlocutores calificados (universidades e institutos), de manera de crear conciencia en el medio frutícola acerca de los problemas de replantación de frutales en Chile.

La empresa ejecutora (agente postulante) del proyecto fue Agrícola Parlier Ltda., siendo el gerente, Tomás Huneus Madge, coordinador principal del proyecto y el administrador general, Marcelo Montecinos Escobar, coordinador alterno. Este proyecto, además fue ejecutado por 6 agentes asociados (unidades productivas) y un equipo técnico. Se desarrolló principalmente en las regiones VI, VII y RM.

Como se ha mencionado, el proyecto considera distintas áreas o unidades productivas para su ejecución (agentes asociados). En primer lugar, se encuentra la unidad central técnico-administrativa, Agrícola Parlier Ltda., donde se realiza la ejecución, control y seguimiento técnico-financiero del proyecto. Luego se encuentran 9 unidades productivas, descritas a continuación:⁸

- 1) Universidad de Chile. Campus Antumapu, Facultad de Ciencias Agronómicas, La Pintana, RM.
- 2) Sociedad Agrícola Uniagri Copiapó Ltda. (Univiveros), Paine, RM.
- 3) Agrícola Parlier Ltda., San Bernardo, RM.
- 4) Sociedad Agrícola El álamo de Naicura Dos Ltda., Rengo, VI región.
- 5) Frutal Ltda., Quinta de Tilcoco, VI región.
- 6) Inversiones y Exportaciones Requinox Ltda., Santiago, RM.
- 7) Soc. Agrícola Pehuén de Curicó Ltda. (Viverosur Ltda.). Teno, VII región.
- 8) Sociedad Agrícola Alborada S.A., Curicó, VI región.
- 9) Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Talca, VII región.

El proyecto en sus inicios se planteó la siguiente hipótesis: los problemas de replantación de huertos frutales son reales y existe un desconocimiento de éstos, lo cual amenaza la competitividad de los futuros huertos frutales. Por lo cual este proyecto pretende que el tema se discuta, analice y se entienda como una amenaza real a la competitividad de la fruticultura del país.

⁸ Detalles en anexos.

2.1 Metodología y resultados

A continuación se presenta la metodología y los resultados alcanzados en relación a los objetivos específicos propuestos, haciendo especial énfasis en aquellos que apoyan mejor el modelo de negocio propuesto.

El proyecto se basó en el modelo propuesto por McKenry, donde el problema de replantación se identifica como la interacción de cuatro factores:

- componente de rechazo (específico)
- componente de plagas o patógenos, principalmente nematodos.
- problemas físicos y químicos del suelo (más grave a pH básico)
- componente de necesidades nutricionales iniciales del suelo.

El nivel de resultado que se obtuvo fue desde identificar la magnitud del problema, sin determinar totalmente sus causas específicas, o intentar identificar específicamente los organismos, compuestos o interacciones involucrados en el mismo. Se obtienen resultados concretos y demostrativos, pero también en algunos ensayos se incluyeron tratamientos más complejos para analizar la importancia de los cuatro factores. Los ensayos se establecieron comparando tratamientos como: fumigado/no fumigado, nematicida/no nematicida, entre otros, ya sea en campo (situación ideal) o en macetas, para abarcar mayor área geográfica o de situaciones diversas.

Se utilizó el fumigante bromuro de metilo para ensayos, dada su facilidad de operación en unidades pequeñas. Sin embargo, como este producto estará prohibido en el futuro, en ciertas unidades que se pudiese efectuar, se recurrió a la empresa Trical, en aplicaciones de 1,3-Dicloropropeno más Cloropricrina.

Para considerar el posible efecto de otros factores, adicionales al componente de rechazo, se evaluó el nivel inicial de nematodos, así como la evolución de éstos después de aplicado los tratamientos.

La metodología y los resultados correspondientes a 5 años de investigación para las distintas especies evaluadas en las diferentes zonas de estudios (unidad productiva) del proyecto son las siguientes:

En general la metodología utilizada fue:

- 1) la replantación y el efecto del tiempo de espera, correspondiente a las plantaciones sucesivas. El objetivo es determinar la magnitud de los problemas de replantación y el efecto del tiempo de espera previo a la plantación, dejando parcelas por uno, dos y tres años a la espera de realizar la plantación.
- 2) la utilización de portainjertos en la replantación de frutales.
- 3) ensayos y otros aspectos de interés que surgieron durante el desarrollo del proyecto, por el interés y cooperación de terceros.

Los resultados del proyecto se enfocan en el comportamiento vegetativo y no productivo. En la Tabla 7 se muestra un resumen de los tratamientos realizados por especie y la unidad productiva correspondiente.

TABLA 7. **Tratamientos realizados, según especie y unidad productiva.**

Especie	Descripción del ensayo	Unidad Productiva	Localidad	Tratamiento				
Manzano	Replantación y efecto del tiempo de espera	Soc. Agrícola Uniagri Copiapo Ltda. Univiveros	Paine, RM	Fumigación (bromuro de metilo) Fertilización fosfatada (MAP) y fungicidas (Manzate) Control (sin fumigar)				
		Soc. Agríc. Alborada S.A.	Curicó, VII R	Fumigación (bromuro de metilo) Fertilización fosfatada (MAP) y fungicidas (Manzate) Secado de Plantas Control (sin fumigar)				
		Universidad de Chile, Estación experimental San Agustín de Aurora	Talca, VII R	Fumigación (bromuro de metilo) Fertilización fosfatada (MAP) y fungicidas (Manzate) Secado de Plantas Control (sin fumigar)				
	Fumigación y tipo de planta utilizada	Frutal Ltda.	Quinta de Tilcoco, VI R	Fumigación (1,3-D) Control (sin fumigar)				
	Utilización de portainjertos	Soc. Agrícola Uniagri Copiapo Ltda. Univiveros	Paine, RM	Fumigación (1,3-D) Control (sin fumigar)				
		Frutal Ltda.	Quinta de Tilcoco, VI R	Fumigación (bromuro de metilo) Control (sin fumigar)				
		Universidad de Chile, Estación experimental San Agustín de Aurora	Talca, VII R	Fumigación (bromuro de metilo) Control (sin fumigar)				
	Peral	Replantación	Frutal Ltda.	Quinta de Tilcoco, VI R	Fumigación (bromuro de metilo) Fumigación (bromuro de metilo) + compost Control (sin fumigar) Control (sin fumigar) + compost			
					Ciruelo	Replantación y efecto del tiempo de espera	Agrícola Parlier Ltda.	Champa, RM
Utilización de portainjertos							Agrícola Parlier Ltda.	Champa, RM
Duraznero	Replantación y efecto del tiempo de espera	Agrícola Parlier Ltda.	Champa, RM	Fumigación (bromuro de metilo) Control (sin fumigar)				
		Universidad de Chile, Campus Antumapu	La Pintana, RM	Fumigación (bromuro de metilo) Secado de plantas Nematicida Control				
	Utilización de portainjertos	Agrícola Parlier Ltda.	Champa, RM	Fumigación (1,3-D líquido) Control (sin fumigar)				
		Universidad de Chile, Campus Antumapu	La Pintana, RM	Fumigación (1,3-D gaseoso) Secado de plantas Nematicida Control				
Cerezos	Utilización de Portainjertos	Agrícola El Alamo Ltda.	Naicura, VI	Fumigación (bromuro de metilo) Control (sin fumigar)				
		Soc. Agríc. Pehuén de Curicó, Viverosur Ltda.	Romeral, VII	Fumigación (1,3-D) Control (sin fumigar)				
	Replantación y efecto del tiempo de espera	Soc. Agríc. Pehuén de Curicó, Viverosur Ltda.	Romeral, VII	Fumigación (bromuro de metilo) Control (sin fumigar)				
	Replantación y evaluación de fumigantes	Agrícola El Alamo Ltda.	Naicura, VI	Fumigación (1,3-D) Fumigación (cloropicrina) Fumigación (1,3-D + cloropicrina) Control (sin fumigar)				
	Replantación cerezos después de manzanos	San Luis de Pedehue	San Fernando, VI	Fumigación (bromuro de metilo) Control (sin fumigar)				
Nogal	Replantación y efecto del tiempo de espera	Universidad de Chile, Campus Antumapu	La Pintana, RM	Fumigación (bromuro de metilo) Secado de Plantas Control (sin fumigar)				
	Evaluación de diferentes tratamientos al suelo	Pirque		Fumigación (bromuro de metilo) Aplicación de guano al hoyo de plantación Fumigación (Bromuro de metilo) + guano Control (sin fumigar)				
	Evaluación de la replantación en un suelo virgen <i>versus</i> replantado							

Especie	Descripción del ensayo	Unidad Productiva	Localidad	Tratamiento
Vid	Replantación	Frutal Ltda.	Quinta de Tilcoco, VI R	Fumigación (bromuro de metilo)
				Control (sin fumigar)
	Replantación y evaluación de fumigantes	Trical, DOW Agrosociencias	San Lorenzo, IV R	Fumigación (bromuro de metilo)
				Fumigación (1,3-D, vía riego)
				Fumigación (1,3-D, vía gaseoso)
	Utilización de Portainjertos	Frutal Ltda.	Quinta de Tilcoco, VI R	Control (sin fumigar)
				Fumigación (bromuro de metilo)
				Fumigación (1,3-D, vía riego)
		DOW Agrosociencias, Exportadora Dole, Univiveros	San Lorenzo, IV R	Control (sin fumigar)
Fumigación (bromuro de metilo)				
Fumigación (1,3-D, vía riego)				
Exportadora ACONEX, DOW Agrosociencias, TRICAL, Univiveros	Copiapó, III R	Fumigación (1,3-D, vía riego)		
		Fumigación (1,3-D, vía gaseoso)		
				Control (sin fumigar)

Fuente: elaborado por los autores en base a datos del proyecto precursor.

Especie: MANZANO

1. Replantación de frutales y efecto del tiempo de espera

Unidad productiva: Univiveros, Paine, RM (UP 2); **Sociedad Agrícola Alborada S.A., Curicó, VI R (UP 8)** y **Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Talca, VII región (UP 9).**

Se realizaron ensayos en tres localidades productoras de manzanos. Se arrancaron árboles adultos y se eligieron parcelas de unos 10 m² aproximadamente. A estas parcelas se les aplicaron los siguientes tratamientos:

- 1) Fumigación con bromuro de metilo (97 g/m²).
- 2) Fertilización fosfatada (fosfato mono amónico) (MAP, 373 g/planta)+fungicida Manzate (37,5 g/planta)
- 3) Secado de plantas (1 año previo a la plantación), se refiere al 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.
- 4) Testigo o control (sin fumigar).

Para determinar el efecto del tiempo de espera, algunas parcelas fueron dejadas por uno, dos y tres años a la espera de sembrar en ellas. En cada año y parcela se cultivaron seis plantas de la variedad "Granny Smith" sobre patrón MM 106. Al momento de la plantación se evaluó el peso y diámetro de tronco, para luego en un final de cada temporada, medir el diámetro del tronco como referencia de medida de crecimiento vegetativo, calculando así el área sección transversal de tronco (ASTT, cm²).

La plantación anterior en cada huerto correspondió a:

- Paine, huerto de seis años de 'Scarlet' sobre diferentes patrones, M.9, Pajam 2, M.26, M.7, M.4, MM.106 y MM.111.
- Talca, huerto de 25 años de 'Top Red'/Franco
- Curicó, huerto de más de 35 años de 'Richard Red Delicious'/Franco.

2. Evaluación de la fumigación y tipo de planta utilizada

Unidad productiva: Quinta de Tilcoco, Frutal Ltda. (UP 5).

Se realizó una replantación de un huerto de manzanos, en el cual se evaluaron los tratamientos:

- Fumigación al suelo, con el producto comercial Triform (i.a 1,3 dicloropropeno) de la empresa Trical (agente asociado).
- Testigo, zona sin fumigar.

Se desea determinar la efectividad de este fumigante.

Se evaluaron plantas nuevas de vivero, de la variedad Granny Smith sobre el patrón MM106, y plantas adultas trasplantadas de 4 años, de la variedad Granny Smith sobre el patrón M7.

De igual manera que la metodología anterior, en un inicio se evaluó el peso y diámetro de tronco, para en un final de la temporada de crecimiento, evaluar como medida de crecimiento vegetativo el diámetro de tronco y así calcular el área sección transversal de tronco (ASTT), expresada en cm².

3. Utilización de portainjertos en la replantación de frutales

Unidad productiva: Univiveros, Paine, RM (UP 2); Quinta de Tilcoco, Frutal Ltda. (UP 5) y Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Talca, VII región (UP 9).

Se evaluó la adaptabilidad de los portainjertos en condiciones de replante. Se arrancaron huertos adultos de manzanos, para luego seleccionar una parcela, la cual fue dividida en dos partes: un sector para fumigar y otro dejado como testigo (sin fumigar).

La fumigación realizada en cada huerto correspondió a:

- Paine, se utilizó el producto comercial Triform (i.a. 1,3 dicloropropeno), a una dosis de 300 L/ha, inyectado a 40 cm de profundidad.
- Quinta de Tilcoco y Talca, se realizó utilizando bombonas de bromuro de metilo (97 g/m²), cubriendo con polietileno la superficie tratada.

Las plantas utilizadas en cada huerto correspondieron a:

- Paine y Talca, 6 plantas terminadas de la variedad “Granny Smith”, injertadas sobre diferentes patrones. Los portainjertos utilizados fueron: MM 106; M 7; M 26; M 9; Bud 118 y Pajam 2.
- Quinta de Tilcoco, 4 plantas por combinación.

La plantación anterior en cada huerto correspondió a:

- Paine, huerto experimental de 6 años, de “Scarlet” sobre patrones: M 9, Pajam 2, M 26, M 7, M 4, MM 106 y MM 111.
- Quinta de Tilcoco, huerto de 25 años de “Red King Oregon”/Franco.
- Talca, huerto de 25 años de “Top Red”/Franco.

Al momento de la plantación se evaluó el peso y diámetro de tronco, para luego en un final de cada temporada de crecimiento, evaluar como medida de crecimiento vegetativo el diámetro de tronco, para calcular el área sección transversal de tronco (ASTT).

4. Resultados

A. Replantación de frutales y efecto del tiempo de espera

A continuación se presentan los resultados evaluados en el crecimiento de ASTT expresados en cm² para cada temporada de crecimiento, Figuras 2, 3 y 4. Independiente de los tratamientos realizados, las unidades productivas presentan distintas magnitudes de crecimiento, siendo de mayor a menor: Paine, Curicó y Talca. El pH de cada suelo fue diferente entre la zona central y la VII región, siendo de pH 8,0 en Paine, 5,8 en Curicó y 5,7 en Talca, lo cual puede estar vinculado a la magnitud del problema de replantación, ya que suelos con pH ácido son menos propensos a esas dificultades que suelos cercanos a la neutralidad o alcalinos. Además, el menor crecimiento de las plantas observado en Talca se debe en parte a la fecha de la siembra tardía y a posibles faltas de agua durante la temporada de crecimiento, ya que fue un cultivo intercalado en un huerto adulto, con un riego de acuerdo a las necesidades de este último.

En Paine (Figura 2), se realizaron dos plantaciones con tiempo de espera (años 2005 y 2006) y las evaluaciones se hicieron hasta la tercera temporada, ya que el huerto fue arrancado. Existen diferencias estadísticas significativas en los crecimientos por temporada entre cada tratamiento y con tiempos de espera. El tratamiento fumigado es el de mayor efecto sobre el crecimiento vegetativo y el tiempo de espera logra que este efecto sea de mayor incidencia sobre el crecimiento.

En Curicó (Figura 3), se realizaron dos plantaciones con tiempo de espera (años 2005 y 2006) y las evaluaciones se hicieron hasta la cuarta temporada de crecimiento. Existen diferencias entre crecimientos para la plantación sin años de espera y en menor grado con 2 años de espera.

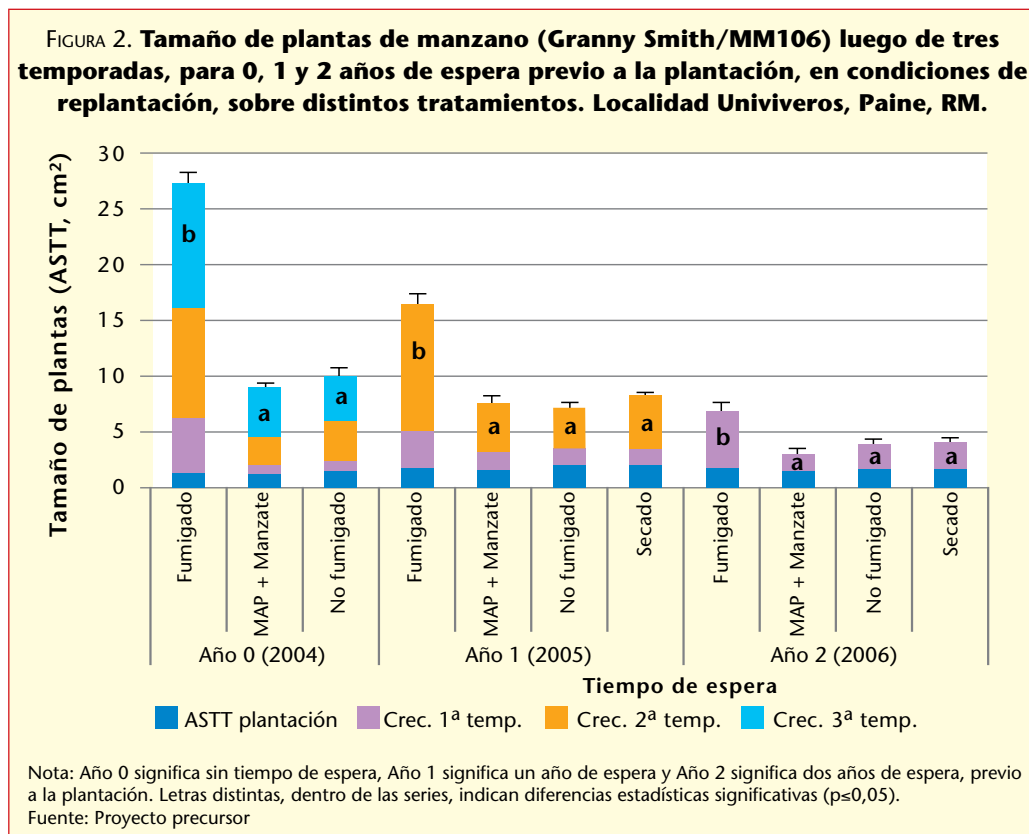
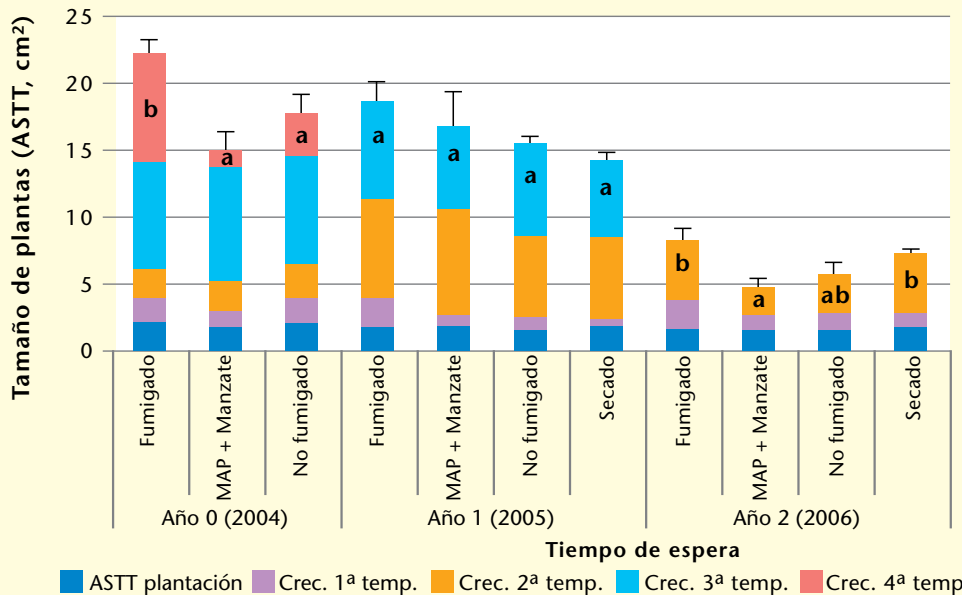
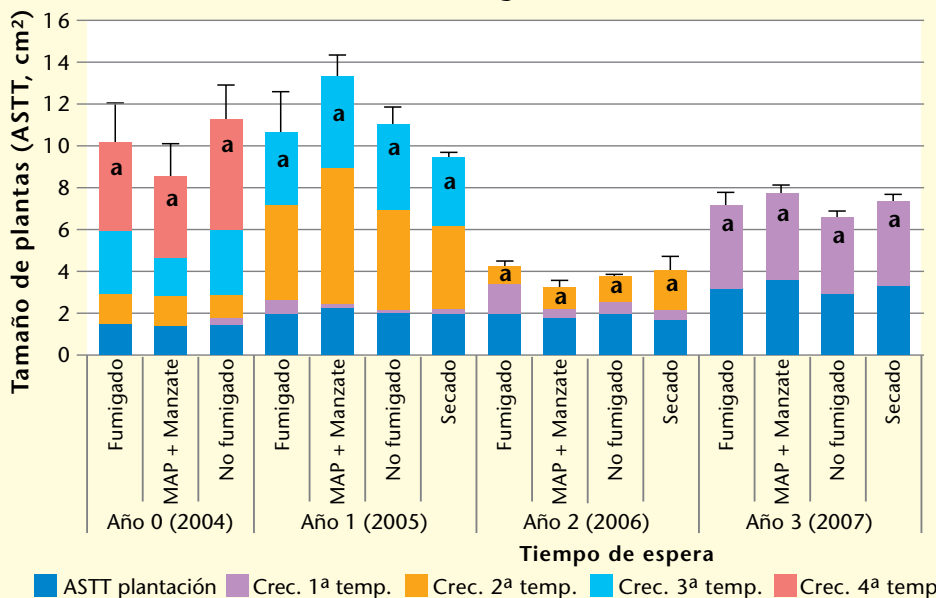


FIGURA 3. Tamaño de plantas de manzano (Granny Smith/MM106) luego de 4 temporadas, para 0, 1 y 2 años de espera previo a la plantación, en condiciones de replantación, sobre distintos tratamientos. Localidad Los Niches, Curicó (Fundo La Alborada), VII región.



Nota: Año 0 significa sin tiempo de espera, Año 1 significa un año de espera y Año 2 significa dos años de espera, previo a la plantación. Letras distintas, dentro de las series, indican diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$). Fuente: Proyecto precursor

FIGURA 4. Tamaño de plantas de manzano (Granny Smith/MM106) luego de cuatro temporadas, para 0, 1, 2 y 3 años de espera previo a la plantación, en condiciones de replantación, sobre distintos tratamientos. Localidad San Agustín de Aurora, Talca, VII región.



Nota: Año 0 significa sin tiempo de espera, Año 1 significa un año de espera y Año 2 significa dos años de espera, previo a la plantación. Letras distintas, dentro de las series, indican diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$). Fuente: Proyecto precursor

En Talca (Figura 4), se realizaron tres plantaciones con tiempos de espera (años 2005, 2006 y 2007) y las evaluaciones se hicieron hasta la cuarta temporada de crecimiento. No se evidencian diferencias significativas entre los tratamientos.

Otra manera de analizar los resultados es la relación de crecimiento (incremento de ASTT, cm²), entre el tratamiento de fumigación y los otros tratamientos al suelo (fumigado/otro tratamiento). En la Tabla 8, se observan claras diferencias entre las unidades productivas.

En Paine se presenta un mayor grado de aflicción al problema de replantación, con respecto a las demás unidades productivas. La relación del crecimiento entre los tratamientos de suelo fumigado y testigo (suelo sin fumigar), fue de 4,8 para 0 año de espera, el cual indica un severo problema de replantación, es decir, el crecimiento de plantas en suelo fumigado fue aproximadamente de 5 veces más que en un suelo sin fumigar. Este valor disminuye a 2,0 y 2,5 para plantaciones con 1 y 2 años de espera, indicando aún persistencia del problema de replantación. En cuanto al crecimiento en las temporadas siguientes, el fumigado continuó diferenciándose de los otros tratamientos al suelo, lo cual indica su efectividad. Respecto de los tratamientos de MAP+Manzate y secado de plantas, éstos no logran distinguirse estadísticamente del tratamiento testigo.

En Curicó, al plantar inmediatamente no se evidenciaron diferencias entre los tratamientos, durante las primeras tres temporadas. Sin embargo, en la cuarta temporada de evaluación sí aparecieron a favor de la fumigación. Con 1 año de espera, solo para la primera temporada se observaron distinciones relevantes, y en la segunda y tercera temporada se manifestaron diferencias numéricas. Las relaciones entre los tratamientos de fumigado:no fumigado es de 2,4, 1,2 y 1,1, respectivamente, lo que indica 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. De manera general, la fumigación estimuló el crecimiento en sin y con años de espera.

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. Esto podría atribuirse, en parte, a que no es uniforme la distribución de los problemas de replantación en el terreno ya que, aún cuando el huerto anterior haya ocupado toda la superficie, pueden existir sectores con problemas de replantación mayores, menores o inexistentes.

Se detecta una superación del problema en la localidad de Talca, después de 3 años de espera, en la primera temporada de evaluación de esa plantación. Sin embargo, en Curicó esta dificultad se manifestó recién en la segunda temporada de plantado el huerto, de manera que la disminución del problema del replante podría ser observada luego de 4 años de espera. Esta situación también sucede en Paine, donde, con 1 y 2 años de espera, aún se presentan graves problemas de replantación.

Se debe advertir que este árbol aun varios años después de plantado, sigue mostrando su crecimiento anual afectado por el problema de replantación, dando muestras de la persistencia del problema. En cuanto a otros tratamientos evaluados, secado de los árboles o la aplicación de MAP+Manzate, ninguno manifestó efectos tan evidentes como con la fumigación, que aunque no relevante estadísticamente, siempre fue superior al testigo. El secado del árbol sólo fue significativo y similar a la fumigación en Curicó con 2 años de espera. La aplicación de MAP más Manzate siempre fue similar al testigo.

TABLA 8. 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	4,2	2,5	
		Fumigado	1	1	1	
	1	No fumigado		2	3,3	
		MAP + Manzate		2,1	2,8	
		Secado		2,1	2,6	
		Fumigado		1	1	
	2	No fumigado			2,5	
		MAP + Manzate			4,1	
		Secado			2,1	
		Fumigado			1	
	Curicó	0	No fumigado	1	0,8	1
MAP + Manzate			1,5	1	0,9	8,1
Fumigado			1	1	1	1
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	1	1
2		No fumigado			1,7	1,6
		MAP + Manzate			2	2,4
		Secado			2	1,1
		Fumigado			1	1
Talca		0	No fumigado	0,2	1,3	1
	MAP + Manzate		1,3	1	1,8	1
	Fumigado		1	1	1	1
	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	1	1
	2	No fumigado			2	0,6
		MAP + Manzate			3,2	0,8
		Secado			3,1	0,4
		Fumigado			1	1
	3	No fumigado				1,1
MAP + Manzate					1	
Secado					1	
Fumigado					1	

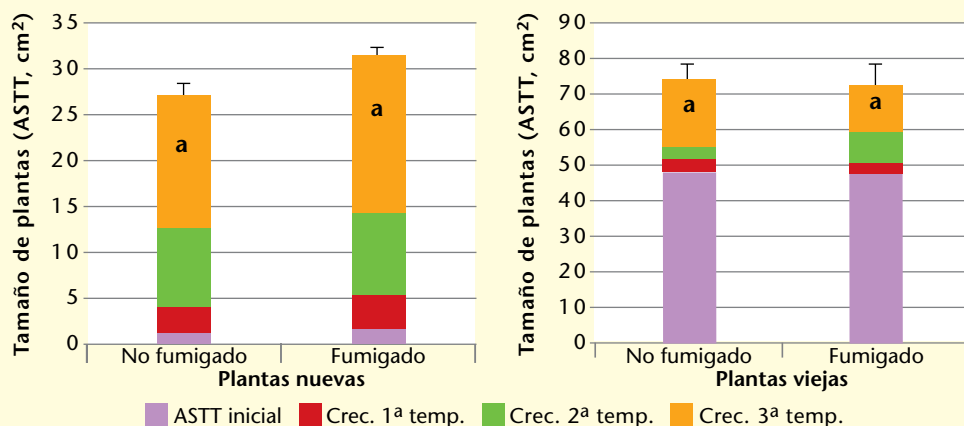
Fuente: Proyecto precursor

B. Evaluación de la fumigación y tipo de planta utilizada

Se evaluaron tres temporadas de crecimiento para plantas nuevas y adultas trasplantadas (Figura 5). Se presentó un desarrollo similar para ambos tipos, siendo levemente mayor en las nuevas, de 28 y 25 cm² de ASTT, respectivamente. En plantas nuevas se encontraron diferencias estadísticas significativas solo para la primera temporada de crecimiento, con una relación de crecimiento entre el tratamiento de fumigación: no fumigado de 1,2, indicando un leve problema de replan-

tación. En otras palabras, las plantas en suelo fumigado crecieron un 25,8% respecto de las sin fumigar. Durante las dos temporadas siguientes de evaluación solo se presentaron diferencias numéricas, de un 3,5 y 20,5% mayor. En un final de las evaluaciones, las plantas en el suelo fumigado crecieron un 17% más que las sin fumigar. En plantas adultas trasplantadas no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para ninguna de las temporadas evaluadas.

FIGURA 5. Tamaño de plantas de manzano nuevas (Granny Smith/MM106) y adultas trasplantadas (Granny Smith/M7), al final de tres temporadas de crecimiento, en condiciones de replantación sobre suelo fumigado (Triform: i.a 1,3 dicloropropeno) y testigo. Localidad Quinta de Tilco, VI Región.



Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$). Fuente: Proyecto precursor

C. Utilización de portainjertos en la replantación de frutales

En Talca se realizaron evaluaciones en cuatro temporadas, mientras que en Paine, el huerto fue arrancado a la tercera (año 2007) y en Quinta de Tilco se hizo después de la primera temporada, por lo que en esta última localidad las plantas no muestran todo su potencial crecimiento, ya que aún están afectas al estrés del trasplante. Al primer año de crecimiento, se observan diferencias debido a los patrones y el tratamiento de fumigación en las unidades de Quinta de Tilco y Paine. Esto indica, 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 Tilco y Talca). Al final de las cuatro temporadas de evaluación, el desarrollo vegetativo anual en las distintas unidades mostró diferencias estadísticas significativas. En todas las unidades el tratamiento de fumigación fue superior al tratamiento testigo (Tabla 9).

TABLA 9. 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, cm²)*			
		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 Tilco	No Fumigado	2,79 a			
	Fumigado	3,46 b			

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

Fuente: Proyecto precursor



Crecimiento alcanzado según unidad productiva y patrón:

- Paine, el patrón M7 logra el mayor crecimiento, seguido por Budagowsky 118 y MM 106.
- Quinta de Tilcoco, el patrón Budagowsky 118 logra el mayor crecimiento, seguido por el patrón M7.
- Talca, el patrón Pajam 2 logra el mayor crecimiento seguido por el patrón M 7.

Según ciertos autores (Ferree y Carlson,1987), consideran al patrón M 7 como uno de los 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 de menor vigor bajo condiciones normales de suelo (Webster, 1993).

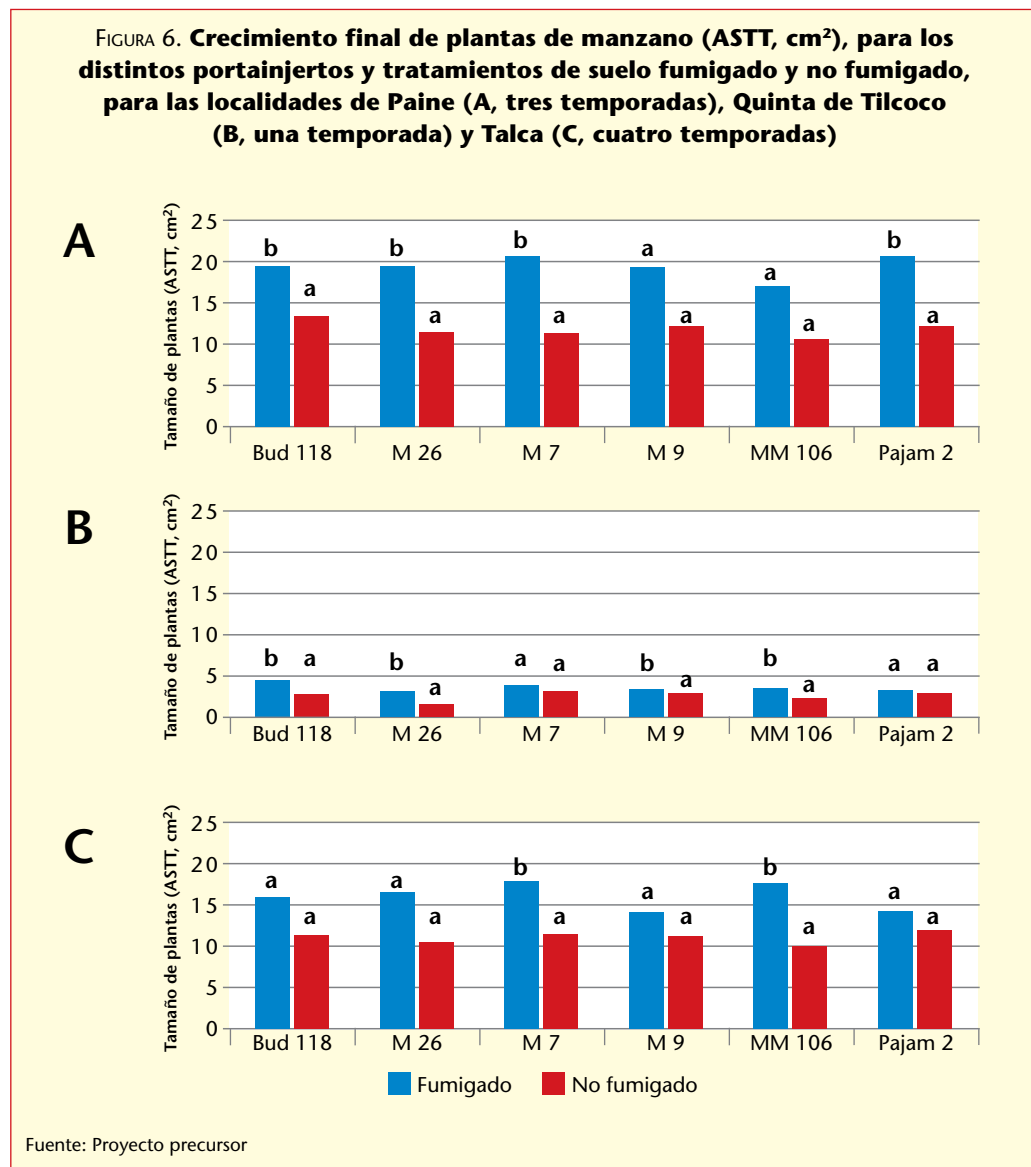
TABLA 10. Crecimiento anual de plantas, expresado en ASTT (cm²), para los distintos portainjertos utilizados y unidades productivas del ensayo

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%.

Fuente: Proyecto precursor

En la Figura 6, se presenta el tamaño final (ASTT, cm²) de la planta alcanzado para los distintos portainjertos, de acuerdo a los tratamientos al suelo, fumigado y no fumigado. En las tres unidades productivas se presentaron diferencias estadísticas significativas para algunos de los portainjertos y en los que no, se evidenciaron diferencias numéricas. Por lo tanto, se puede indicar que el tratamiento de fumigación fue superior al de no fumigar.



Se presentó la siguiente relación de crecimiento (incremento de ASTT), entre el tratamiento de fumigación y los otros tratamientos al suelo (fumigado/otro tratamiento):

Paine:

- Primer año de crecimiento, en promedio la relación fumigado:no fumigado fue entre 1,7 y 2,9, donde los portainjertos más afectados fueron M 7, Pajam 2, M 26 y M 9 con relaciones

mayores a 2,5 y los menos afectados fueron MM 106 y Bud 118 con relaciones menores a 2. Sin embargo, el portainjerto M7, presentó un crecimiento superior con respecto a los demás patrones.

- Segunda temporada de evaluación, disminuyeron las relaciones para todos los portainjertos, pero el portainjerto M7 presentó una relación de 2,7, considerándose aún un problema grave de replantación.
- 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.

Quinta de Tilcoco:

- Los portainjertos M 9 y M 26 fueron los más afectados, llegando a relaciones de 4,2 y 8,5 (muy sensibles), respectivamente. M7 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.

Talca:

- Primera temporada, en promedio la relación de crecimiento fumigado:no fumigado fluctuó entre 0,9 y 4,1. Los portainjertos M 9 y MM 106 fueron los más afectados con relaciones de 4,1 y 2,9, respectivamente. El portainjerto Budagowsky 118 presentó una relación de 1,6, siendo menos afectado. Con respecto a los M 7, M 26 y Pajam 2, se comportaron como portainjertos insensibles al problema de replantación bajo estas condiciones, con valores cercanos o menores a 1.
- Sigüientes tres temporadas evaluadas, las relaciones de los portainjertos M 9 y MM 106 disminuyeron a valores de 1,4 y 1,3, respectivamente, indicando problemas medios de replantación. El portainjerto Budagowsky 118 disminuye su valor a 1,1, a la cuarta temporada de evaluación.

Como conclusión, se puede inferir de este ensayo que la tolerancia del portainjerto depende de la condición en particular, es decir, la resistencia y tolerancia de un determinado portainjerto dependerá del suelo en que se encuentre. La segunda inferencia es que cada zona es distinta y existen diferencias en los problemas de replantación entre cada una, por lo cual 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. A pesar de lo mencionado anteriormente, independiente de las diferencias de respuesta entre portainjertos, suelos, o su interacción (amplia gama de combinación de problemas específicos en el “problema de replantación” del manzano en Chile), la fumigación estimuló, en todos los casos, el desarrollo y crecimiento de las plantas. Se descartó el posible efecto de nematodos como uno de los causantes del problema de replantación, ya que en ambos casos (suelo fumigado y suelo no fumigado) la infestación estuvo dentro de un nivel calificado de bajo y para el caso del suelo fumigado fue aún menor.

Especie: PERAL

1. Replantación de frutales

Unidad productiva: Quinta de Tilcoco, VI región (UP 5)

En un huerto adulto de perales 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. 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, asignadas en cuatro bloques que corresponden a una hilera. Los tratamientos correspondieron a:

- Suelo fumigado con bromuro de metilo (97 g/m²).
- Suelo fumigado con bromuro de metilo (97 g/m²) más compost (10 kg/hoyo).
- Suelo no fumigado más compost (10 kg/hoyo).
- Suelo no fumigado.

En los ensayos con suelo fumigado con bromuro de metilo se efectuó 30 días antes del establecimiento de las plantas. En los que se incorporó composta en cantidades de 10 kg/hoyo, se realizó en el momento de establecer las plantas. 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.

Al final de la cada temporada de crecimiento, se evaluó el diámetro de tronco como medida de crecimiento vegetativo, para posteriormente calcular el área sección transversal de tronco (ASTT), expresada en cm².

2. Resultados

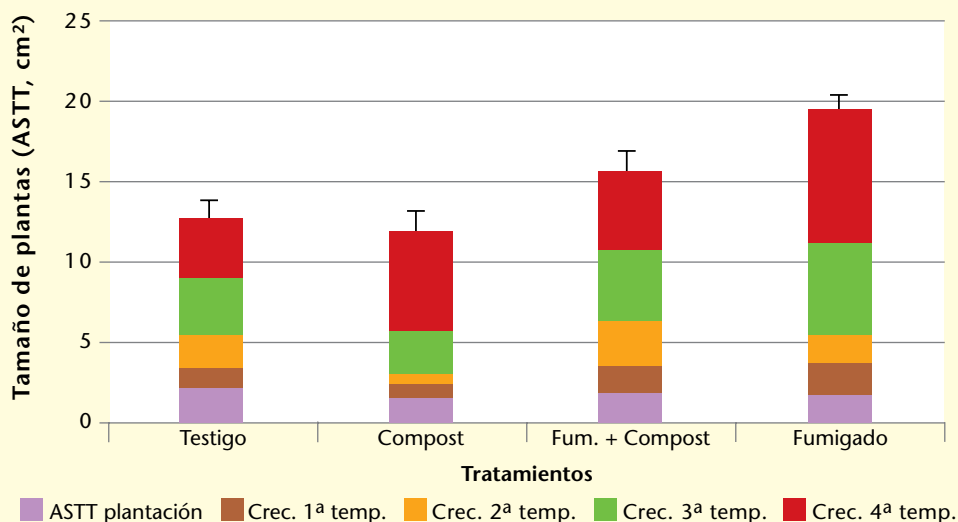
A. Replantación de frutales

En todas las temporadas de crecimiento evaluadas, la fumigación se diferencié estadísticamente de los otros tratamientos al suelo (Tabla 11). 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 éstas inferior al tratamiento testigo. En el que combinó compost con suelo fumigado, aunque no se diferencié estadísticamente del tratamiento testigo, el crecimiento anual de estas plantas fue superior al tratamiento de sólo adición de compost. Por ende, se puede decir que ese aumento se debería la fumigación, más que de la adición de compost.



JOE MABEL

FIGURA 7. Tamaño final de planta (ASTT, cm²) luego de cuatro temporadas de crecimiento para los distintos tratamientos del ensayo.



Fuente: Proyecto precursor

TABLA 11. 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%.

Fuente: Proyecto precursor

Luego de las cuatro temporadas de crecimiento evaluadas para el tamaño final de la planta, las relaciones entre los tratamientos de fumigación y los otros tratamientos al suelo, revelaron problemas medios de replantación. La relación entre fumigado:no fumigado fue de 1,5, entre fumigado:compost de 1,6 y para fumigado:fumigado más compost de 1,2. 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.

En cuanto a aspectos nematológicos, el nivel poblacional al final de la primera temporada de crecimiento indicó que las poblaciones eran inferiores a una población relacionada con problemas de crecimiento.

De los resultados expuestos se logra inferir que estuvo presente el problema de replantación en un huerto de perales ya establecido. La fumigación con bromuro de metilo permitió estimular el crecimiento de plantas bajo las condiciones del ensayo, reduciendo los problemas de replantación.

Especie: CIRUELO

1. Replantación de frutales y efecto del tiempo de espera

Unidad productiva: Viveros Parlier, Champa, Región Metropolitana (UP 3)

Se arrancó un huerto adulto de ciruelo y se eligieron parcelas de aproximadamente 10 m². Los tratamientos evaluados fueron:

- suelo fumigado con Bromuro de Metilo (Metabromo, 97 g/m²)
- suelo testigo.

Para determinar el efecto del tiempo de espera previo a la siembra, se realizaron plantaciones con 0 año de espera (inmediato), con 1, 2 y 3 años de espera. En cada año y parcela se cultivaron 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. Así, al final de cada temporada de crecimiento se midió, como medida de crecimiento vegetativo, el diámetro de tronco, para posteriormente calcular el área sección transversal de tronco (ASTT).

2. Utilización de portainjertos en la replantación de frutales

Unidad productiva: Viveros Parlier, Champa Región Metropolitana (UP 3)

Se arrancó un huerto de 4 hileras de duraznero sobre patrón Nemaguard y 4 hileras de ciruelo sobre patrón Marianna 2624. Se preparó el suelo para la plantación y luego de 9 meses se establecieron los tratamientos del suelo (con y sin fumigación), para realizar la plantación luego de 4 meses. Se fumigó con el producto comercial Telone (330 L/ha, i.a. 1,3 dicloropropeno, sin cubierta plástica) que se aplicó con un sistema de riego por goteo portátil. (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).

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. 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, se rebajaron las plantas para homogeneizarlas y durante la temporada de crecimiento se fertilizaron en base a urea (46% N), 100 g/planta, aplicado en forma parcializada.

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

3. Evaluación de un huerto de ciruelo D`Agen de 5 años de edad

Localidad: Calera de Tango, Región Metropolitana.

Este ensayo corresponde a una evaluación particular considerada de interés dentro del marco del proyecto "Replantación de Frutales". Se realizó en un huerto de ciruelo D`Agen el tamaño de las plantas, con el objetivo de describir el crecimiento alcanzado luego de cinco temporadas de desarrollo, y determinar la magnitud del efecto de la replantación. El huerto presenta una heterogeneidad en el crecimiento de las plantas, ya que se divide en tres sectores:



ELENA CHOCHKOVA

- Primer sector: existía anteriormente un huerto de ciruelo, correspondiente al sector replantado.
- Segundo sector: anteriormente se encontraba la cancha de secado de ciruelas.
- Tercer 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 cm².

4. Resultados

A. Replantación de frutales y efecto del tiempo de espera

Para la plantación sin tiempos de espera (año 2004), el crecimiento anual de las plantas de ciruelo, 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, se presentaron diferencias estadísticas sólo en la segunda y tercera temporada de crecimiento, aunque desde 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 (Tabla 12).

TABLA 12. **Crecimiento anual (ASTT, cm²) de plantas de ciruelo (“Blackamber”/Marianna 2624), según el tiempo de espera de la plantación y tratamiento**

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%.
Fuente: Proyecto precursor

Al analizar la relación de crecimiento (incremento de ASTT), entre el tratamiento de fumigación y testigo (no fumigado), se observa una reducción del crecimiento durante el primer año de establecimiento, para los diferentes tiempos de espera. Al plantar inmediatamente se alcanzó una relación de desarrollo de 1,2 entre el tratamiento de fumigación y testigo. Este valor que se incrementó a 1,6 y 2,6, para los años sucesivos, al plantar con 1 y 2 años de espera, respectivamente, cifras que indican problemas graves de replantación. En la cuarta temporada de evaluación (2008) las relaciones de crecimiento aún indican problemas de replantación para las plantaciones con 0, 1 y 2 años de espera, 1,4; 2,4 y 1,6, respectivamente. Sólo después de 3 años de espera, no se evidenciaron problemas en la replantación de frutales (Tabla 13).

TABLA 13. **Relación entre el crecimiento de plantas de ciruelo ("Blackamber"/Marianna 2624) en suelo fumigado respecto del testigo, de acuerdo a tiempo de espera y temporada 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	1,4
1		1,6	1,7	2,4
2			2,6	1,6
3				1

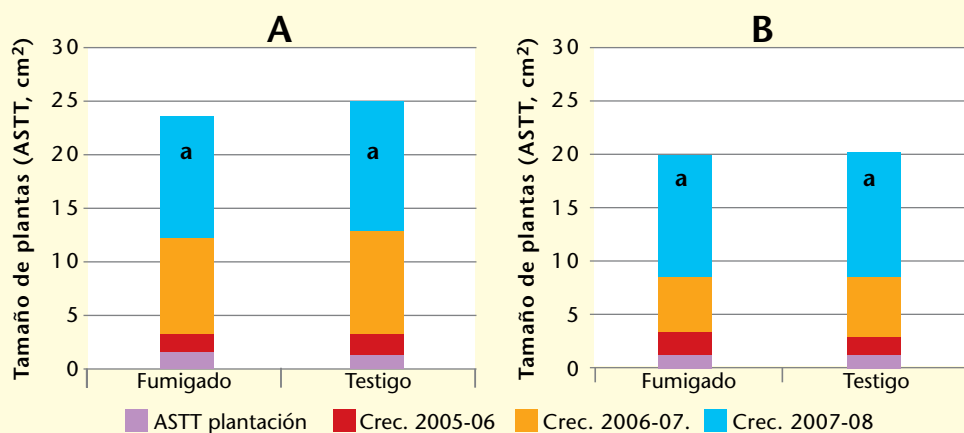
Fuente: Proyecto precursor

B. Utilización de portainjertos en la replantación de frutales

Luego de ser evaluadas las tres temporadas de crecimiento, se evidenció que en los portainjertos de ciruelo no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos de fumigado y no fumigado para el crecimiento vegetativo de las plantas, independiente de la especie que fue cultivada previamente (Figura 8).

Cuando la plantación anterior correspondió a la misma especie (ciruelo), el tamaño final promedio de plantas fue de 23,4 y 24,8 cm², para los tratamientos de fumigado y no fumigado, respectivamente; superior a cuando la plantación anterior correspondió a duraznero, que fue de 20,2 y 20,5 cm², para el tratamiento de fumigación y testigo, respectivamente. Por lo tanto, es posible decir que el problema de replantación de ciruelos es más severo cuando le anteceden durazneros.

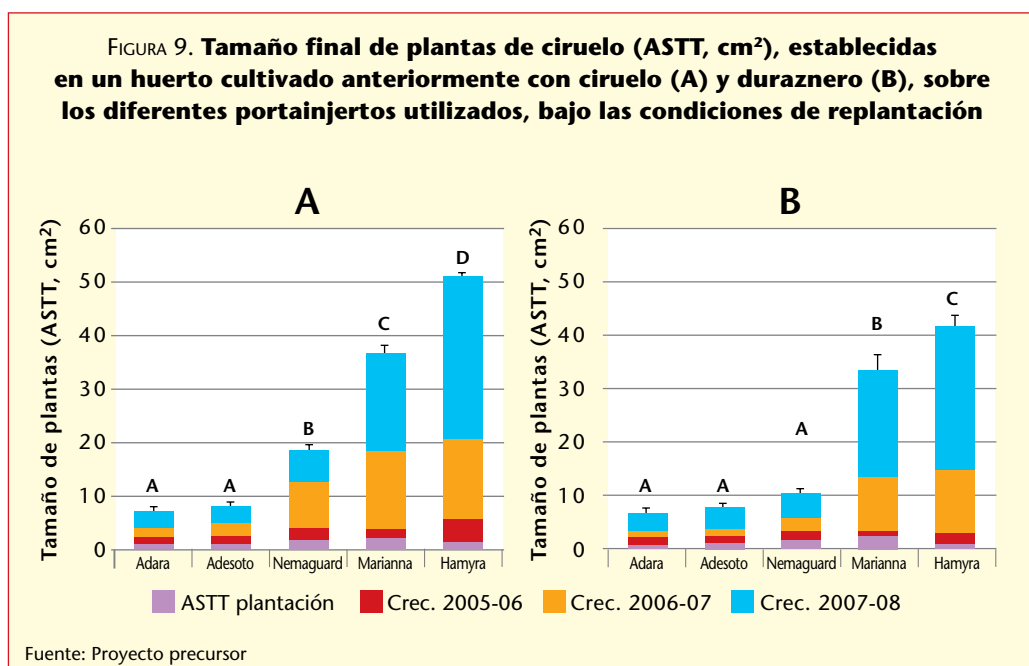
FIGURA 8. **Tamaño final de plantas de ciruelo (ASTT, cm²), después de tres temporadas de crecimiento, en suelos que anteriormente habían tenido ciruelo (A) y duraznero (B), con tratamientos de suelo fumigado y no fumigado (testigo).**



Fuente: Proyecto precursor

Luego de tres temporadas de crecimiento, los portainjertos de ciruelo presentaron diferencias estadísticas significativas para el tamaño final de planta. Sin embargo, presentaron un comportamiento similar, independiente del cultivo anterior, pudiendo agruparlos de acuerdo al vigor de crecimiento. Por lo tanto, los portainjertos Adara, Adesoto y Nemaguard mostraron un vigor bajo de crecimiento, Marianna 2624 presentó un vigor medio, y Hamyra el vigor más alto (Figura 9).

En las plantas de ciruelo injertadas sobre los patrones Hamyra, Marianna 2624 y Nemaguard, y en las cultivadas en la parcela que anteriormente tuvo 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 cm² de ASTT, respectivamente. El tamaño final promedio del 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 cm² de ASTT, respectivamente, mientras que plantas de ciruelo sobre duraznero para estos mismos portainjertos muestran 6,8; 7,8; 10,5; 33,4 y 41,9 cm² de ASTT, respectivamente.



La relación de crecimiento (incremento de ASTT) entre los tratamientos de fumigación y testigo, en la primera temporada no mostró un problema de replantación cuando la especie cultivada anteriormente en el huerto correspondió a ciruelo, pero sí existió un problema moderado con una relación de 1,4, cuando la especie anterior cultivada fue duraznero. En 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.

TABLA 14. Relación de crecimiento de plantas de ciruelo entre tratamientos de suelo fumigado y testigo, con plantaciones previas de duraznero y ciruelo

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

Fuente: Proyecto precursor

Las relaciones de crecimiento de los portainjertos entre los tratamientos de fumigación y testigo se presentan en el Tabla 15. Para ciruelos plantados sobre ciruelo, en el primer año de crecimiento las relaciones estuvieron entre 0,5 y 1,4, sin indicar problemas severos de replantación. En 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 cual disminuyó 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.

TABLA 15. 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	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
		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	1
		Marianna 2624	0,4	1,2	0,7
		Nemaguard	2,2	0,6	0,8

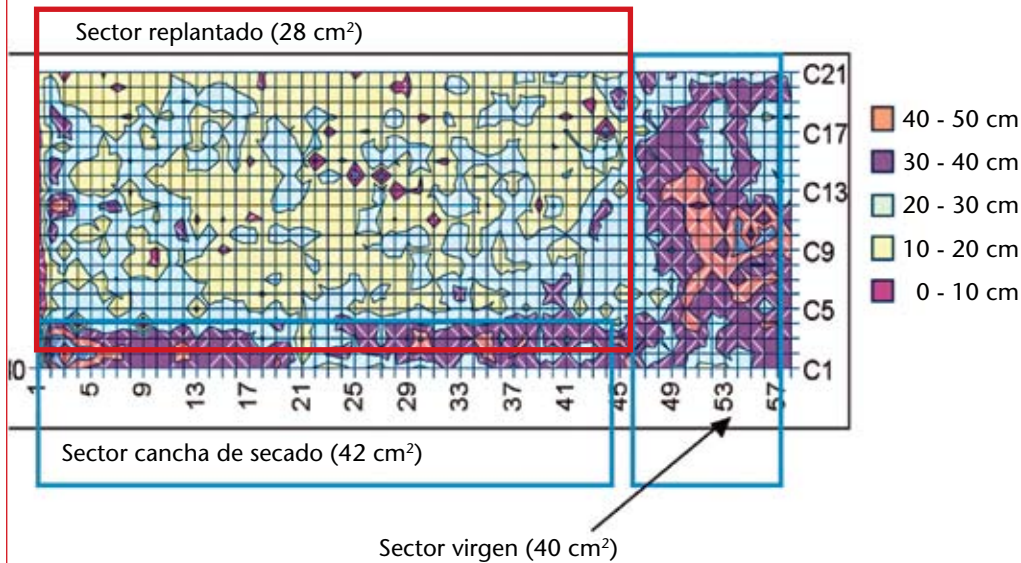
Fuente: Proyecto precursor



C. Evaluación de un huerto de ciruelo D`Agen de 5 años de edad

La medición del área sección transversal de tronco (ASTT), 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 10) Se observa que el menor crecimiento de plantas, alcanzando un tamaño en promedio de 28 cm^2 , corresponde al sector donde anteriormente existía una plantación de ciruelo, es decir, sector replantado. A diferencia del sector donde se encontraba la cancha de secado y el área virgen (sin plantación), donde el tamaño de los árboles en promedio fue de 42 y 40 cm^2 , respectivamente, indicando que son sectores sin problemas de replante. Se concluye en este huerto un grave problema de replante (sector 1), 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 10. **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.**



Fuente: Proyecto precursor

Especie: DURAZNERO

1. Replantación de frutales y efecto del tiempo de espera

Unidades productivas: Antumapu, Univ. de Chile, La Pintana, RM (UP 1) y Viveros Parlier, Champa Región Metropolitana (UP 3)

Se arrancaron dos huertos de durazneros y se eligieron parcelas de 10 m², donde un sector fue fumigado con Bromuro de Metilo (97 g/m²), dejando otro sector del suelo sin fumigar como testigo. Además, se mantuvieron otras parcelas idénticas para después, cada año, realizar siembras y determinar el tiempo de espera previo a la plantación. En cada año y cada parcela se cultivaron seis plantas de la variedad “Elegant Lady” sobre patrón Nema-guard.

Adicionalmente, en el caso de Antumapu, se probaron otros tratamientos que han sido recomendados en California para situaciones de replantación, que fueron:

- Fumigación con Bromuro de Metilo (Metabromo, 97 g/m²)
- Secado de plantas, mediante corte y tratamiento con herbicida 1 año antes de la plantación.
- Aplicación de nematicida, en cada primavera después de la plantación se aplicó Mocap 6EC, en dosis de 7 L/ha, distribuido bajo cada gotero.
- Testigo.

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



2. Utilización de portainjertos en la replantación de frutales

Unidad productiva: Antumapu, Universidad de Chile, La Pintana, Región Metropolitana (UP 1)

Se arrancó un huerto adulto de durazneros “Pomona” sobre Nema-guard (enero del 2004). Luego se preparó el suelo (marzo 2004), realizando un subsolado en ambos sentidos, aradura con arado de vertedera y un rastraje. Se dividió en cuatro sectores, cada uno equivalente a dos hileras del huerto anterior y en cada uno se aplicó uno de los siguiente 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 (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 baja cada gotero.
- 4) Testigo.

En julio de 2004 se replantó con los siguientes portainjertos: Nema-guard, Nemared, Chuchepicudo, GxN 15, Adesoto, Avimag, Viking y Atlas. Se rebajaron a la plantación y se desarrollaron durante toda la temporada. A fines de ésta, se injertaron de púa con la variedad Elegant Lady (marzo 2005). La fertilización consistió en la aplicación de urea (46% N), 30 g/planta a inicios de la temporada y 30 g/planta a fines de verano, en la primera temporada. Y en la segunda temporada, se aplicó salitre sódico (16% N), 50 g/planta a inicios de la temporada y 50 g/planta a fines de verano.

Unidad productiva: Viveros Parlier, Champa, Región Metropolitana (UP 3)

Se realizó la misma preparación de suelo y aplicación de tratamientos, que para la utilización de portainjertos de ciruelos (ver Ciruelos 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 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 Nema-guard. Se utilizaron plantas terminadas de la variedad Elegant Lady. Se fertilizó a todas las plantas, en base a urea (46%N), 100 g/planta, parcializado durante la temporada de crecimiento.

En un inicio se evaluó el peso total de la planta y su diámetro de tronco, para en un final de cada temporada de crecimiento, considerar como medida de crecimiento vegetativo, el diámetro de tronco, para posteriormente calcular el área sección transversal de tronco (ASTT).

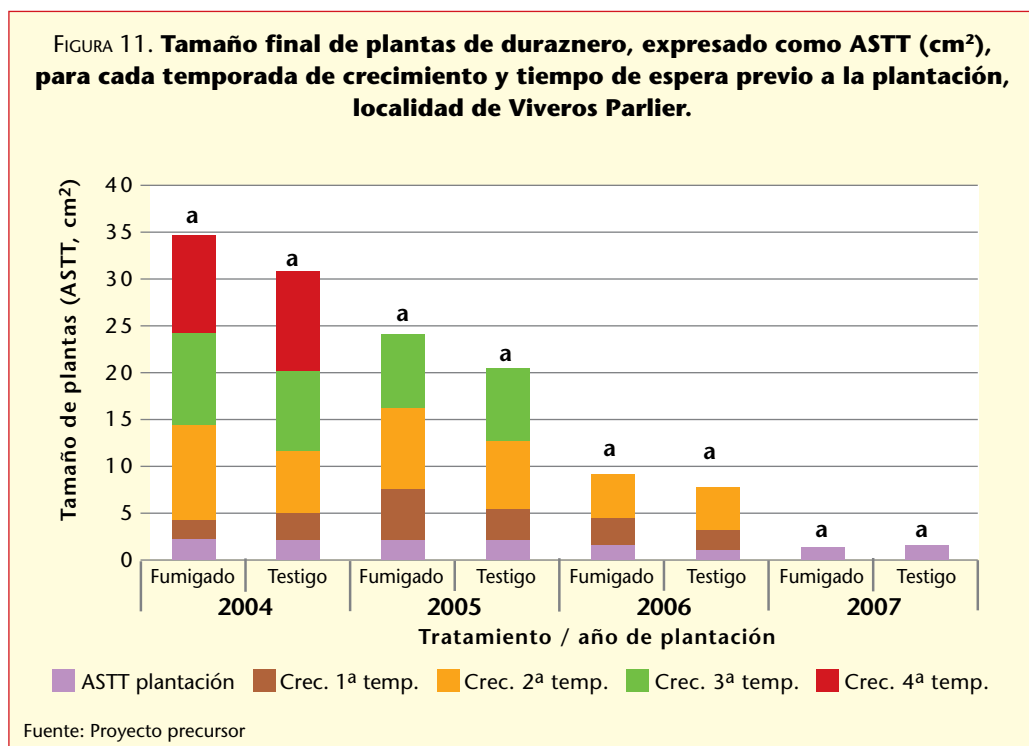
3. Resultados

A. Replantación de frutales y efecto del tiempo de espera

Unidad productiva: Viveros Parlier, Champa, Región Metropolitana (UP 3)

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 previo a la plantación.

Sólo a los 2 años de espera de plantación (2006), en la primera temporada de crecimiento, el tratamiento de fumigación se diferenció estadísticamente del testigo, con un crecimiento superior en un 64%. Pero ya en la segunda temporada de crecimiento, las diferencias estadísticas desaparecieron, siendo sólo numéricas, donde la fumigación fue superior en un 3,4% con respecto al testigo (Figura 11).



En la unidad productiva de Viveros Parlier, al analizar las relaciones de crecimiento entre los tratamientos se detectaron problemas de replantación (Tabla 16). Para la plantación sin año de espera, en la segunda temporada de evaluación se presenciaron diferencias de crecimiento, con un valor de la relación de 1,50; sin embargo, hacia la cuarta temporada disminuye a un valor de 0,98. Para las plantaciones con uno y dos años de espera, en la primera temporada de crecimiento mostraron alrededor de un 50% de mayor aumento en los tratamientos fumigados. En las últimas temporadas evaluadas para todas las plantaciones las relaciones de crecimiento, correspondieron a valores menores o cercanos a 1, lo que indica que no existen problemas de replantación, considerándose superado las diferencias de crecimiento.

TABLA 16. 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	1,5	1,18	0,98
1		1,54	1,2	1,02
2			1,65	0,96
3				0,7

Fuente: Proyecto precursor

Unidad productiva: Antumapu, Universidad de Chile, La Pintana, Región Metropolitana (UP 1)

En la plantación sin años de espera, desde la primera temporada de evaluación se manifestaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos al suelo. En la primera temporada, la fumigación (bromuro de metilo) presentó el mayor crecimiento (1,40 cm²), mientras que los otros tres tratamientos fueron de menor desarrollo, no encontrándose diferencias entre ellos. Numéricamente, el tratamiento de nematicida presentó un comportamiento intermedio, los niveles iniciales de nematodos muestreados 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. En esta misma plantación, en la segunda temporada de crecimiento no se encontraron diferencias estadísticas, aun así el tratamiento de fumigación fue numéricamente muy superior al resto, con un crecimiento casi el doble que los otros tratamientos (Tabla 17). En la plantación con un año de espera, en la primera temporada, el con mayor crecimiento fue el de nematicida. Este resultado no permite concluir que los problemas de replantación hayan desaparecido, sino que más bien al menos se hace necesaria otra temporada para determinar la presencia (que sí se detectó el año anterior) y la magnitud de los problemas. Para la tercera temporada de evaluación, las diferencias estadísticas se manifestaron entre los tratamientos, para las distintas plantaciones con 0, 1 y 2 años de espera, siendo el tratamiento de fumigación superior al resto, indicando problemas de replantación. Para 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. Los otros métodos (secado de plantas, aplicación de nematicida) no lograron 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 (Tabla 17).

TABLA 17. 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%.

Fuente: Proyecto precursor

En la tercera temporada, para las plantaciones con 0, 1 y 2 años de espera, se presentan diferencias significativas con valores de relación de crecimiento entre el tratamiento de fumigado y testigo, de 1,45, 1,36 y 2,1, respectivamente, valores que indican problemas de replantación.

B. Utilización de portainjertos en la replantación de frutales

Unidad productiva: Antumapu, Universidad de Chile, La Pintana, Región Metropolitana (UP 1)

Al final de las tres temporadas de evaluación se determinó que no existe una interacción entre tratamiento y portainjerto, es decir, que el efecto del portainjerto es independiente de la consecuencia de los tratamientos al suelo y ninguno de los portainjertos presenta tolerancia específica al problema de replantación.

Dado el distinto grado de vigor de cada portainjerto que inducen a la variedad, el tamaño final de planta (ASTT, cm²) presenta diferencias estadísticas significativas (Figura 12). Si se compara como punto de referencia el Nemaguard (100% de vigor), de menor a mayor se encuentran:

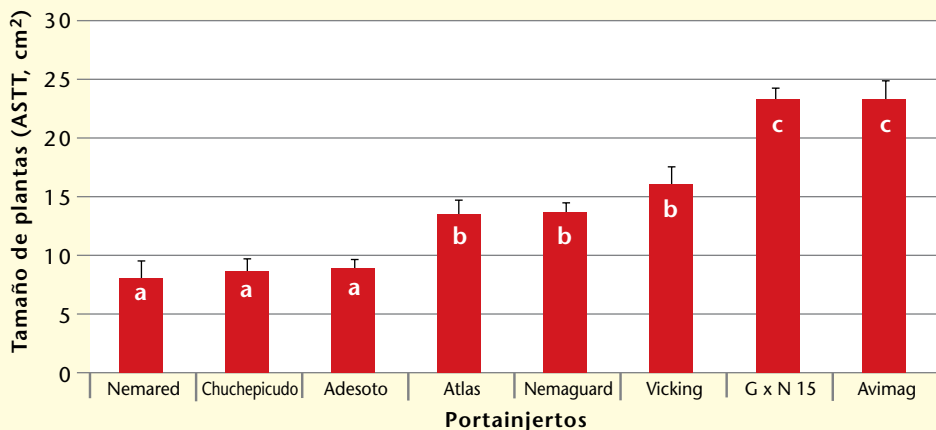
- Nemared y Chuchepicudo, 59%
- Adesoto, 64,6%
- Atlas, 97,7%
- Vicking, 117,5%
- GxN 15 y Avimag, 170%.

Los últimos patrones serían evaluados 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 sembrados en condiciones de suelo “virgen” manifestarán el vigor intrínseco que le imprime a la variedad debiendo considerarse este efecto.

En general, el tratamiento de fumigación no se diferenció estadísticamente de los otros tratamientos al suelo (Figura 13). Pero para los portainjertos Adesoto, Nemared y Vicking sí se diferenció estadísticamente (Figura 14), sin embargo, numéricamente fue superior en el resto de los portainjertos, presentando un crecimiento mayor de un 25% con respecto al tratamiento testigo. En el caso de los tratamientos de secado de plantas y aplicación de nematicida no lograron diferenciarse del testigo. Por lo que estos dos tratamientos, para el caso de duraznero, no logran eliminar a los agentes causales de los problemas de replantación y que, particularmente, los nematodos no serían causales de estos problemas, al menos a los niveles poblacionales de este huerto.

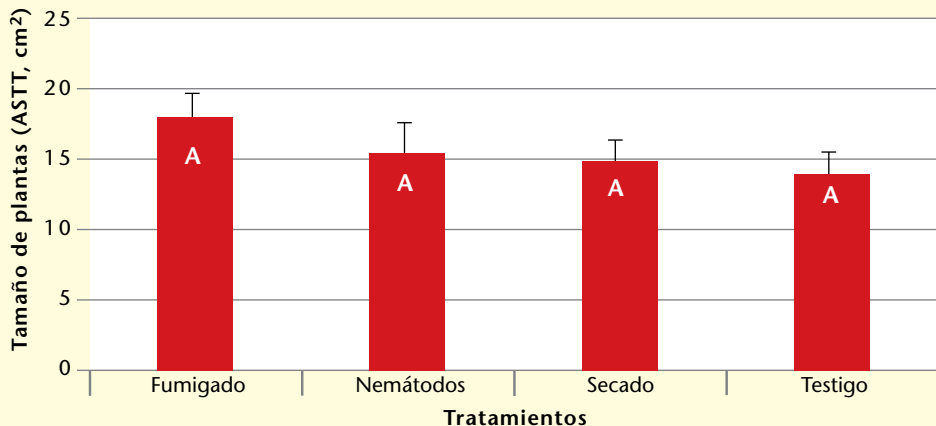
Similar situación fue descrita por Brown *et al* (2002), quienes no encontraron nematodos causantes de problemas de replantación, e identificaron algunos hongos como agentes que parcialmente explicarían los problemas de replantación; dentro de estos hongos se mencionan: *Aspergillus*, *Cylindrocarpon* 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 (EE.UU.), 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 12. 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%). Fuente: Proyecto precursor

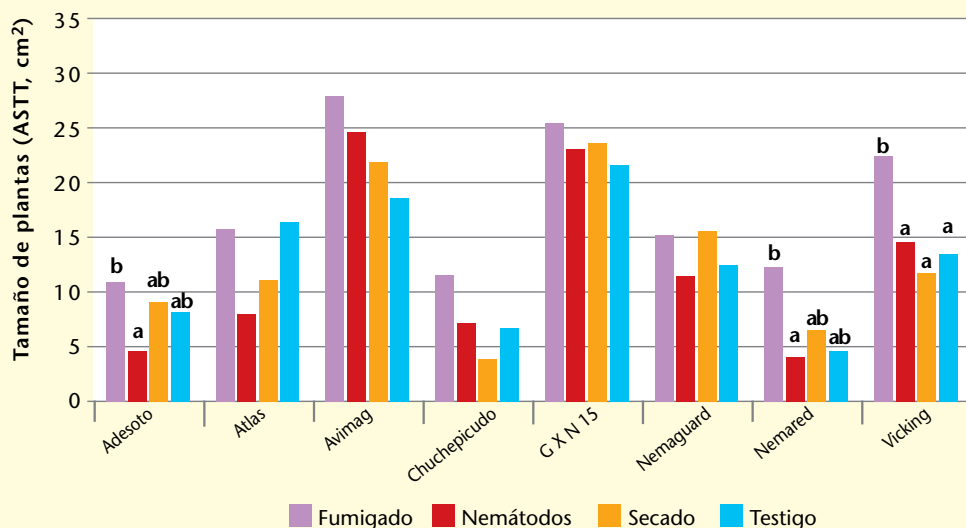
FIGURA 13. Tamaño de plantas de duraznero (ASTT, cm²) “Elegant Lady”, luego de tres temporadas de crecimiento, promedio de distintos portainjertos, creciendo sobre distintos tratamientos para la superación de problemas de replantación.



Letras distintas indican diferencias significativas (5%). Fuente: Proyecto precursor

En cuanto a relaciones de crecimiento entre el tratamiento fumigado y testigo, 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 de 2,7. Los portainjertos Chuhepicudo y Vicking obtuvieron valores menores de 1,8 y 1,7, respectivamente, indicando igual problemas de replantación. Adesoto, Avimag, GxN 15 y Nemaguard, con valores de 1,3; 1,5; 1,2 y 1,2, mostrarían problemas medios de replantación, mientras que Atlas tuvo una relación de 1,0, siendo insensible a problemas de replantación.

FIGURA 14. 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%).

Fuente: Proyecto precursor

Unidad productiva: Viveros Parlier, Champa, Región Metropolitana (UP 3)

Luego de tres temporadas de desarrollo e independiente de la especie que fue cultivada previamente, el tratamiento de fumigación no se diferenció estadísticamente del tratamiento testigo (Figura 15). Cuando la plantación anterior correspondió a la misma especie (duraznero), el tamaño final promedio de plantas fue de 17,6 y 12,6 cm², para los tratamientos de fumigado y no fumigado, respectivamente. Y cuando la plantación anterior fue ciruelo, fue de 22,3 y 26,4 cm², para el tratamiento de fumigación y testigo, respectivamente.

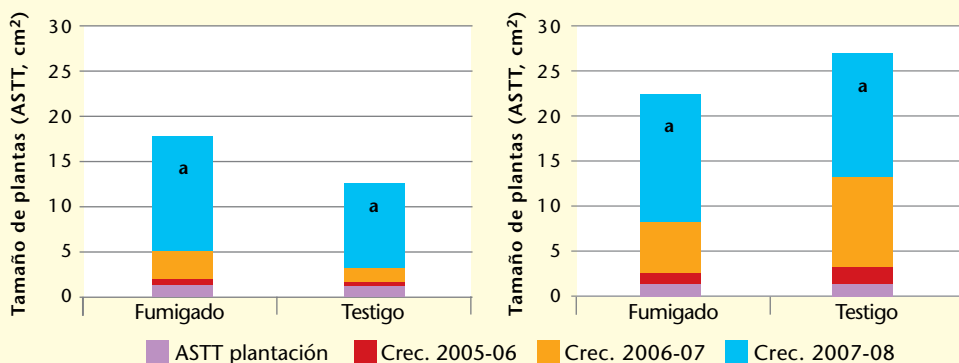
Cuando la especie anterior fue la misma (duraznero), se obtuvieron valores de relación de crecimiento entre el tratamiento fumigado:testigo de 1,3, 2,1 y de 1,3, para la primera, segunda y tercera temporada de crecimiento, respectivamente. Estos indican un problema de replantación, que aunque disminuyó para la tercera temporada, de igual manera persiste. Para el caso con cultivo de ciruelos anteriormente, 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 (Tabla 18).

TABLA 18. 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

Fuente: Proyecto precursor

FIGURA 15. Tamaño final de plantas de duraznero (ASTT, cm²), después de tres temporadas de desarrollo, en suelos que anteriormente habían tenido duraznero (izquierda) y ciruelo (derecha), con tratamientos de suelo fumigado y no fumigado, en la unidad de Viveros Parlier, Champa, RM.



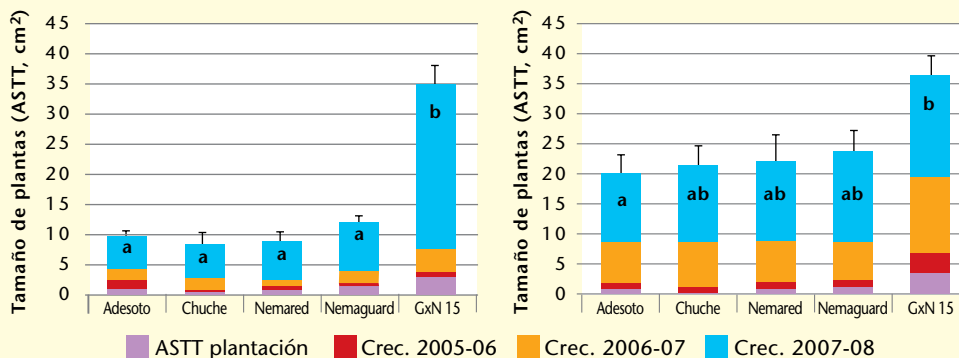
Fuente: Proyecto precursor

En detalle, luego de tres temporadas de crecimiento e independiente de la especie cultivada anteriormente, los portainjertos presentaron comportamientos diferentes bajo condiciones de replantación, obteniendo diferencias estadísticas significativas para el tamaño final de planta, Figura 16. El crecimiento fue menor cuando fueron sembrados donde anteriormente existían plantas de duraznero, a cuando fueron cultivadas sobre la parcela cultivada con ciruelo. En la Figura 16 se observa el tamaño final de las plantas de duraznero plantadas sobre duraznero y sobre ciruelo.

Sin embargo, estos portainjertos siguieron un comportamiento similar, en ambos huertos evaluados, lo cual permitió agrupar de acuerdo al vigor de crecimiento:

- Adesoto, Chuhepicudo, Nemared y Nemaguard presentaron un vigor bajo de crecimiento.
- GxN 15, mostró un comportamiento distinto al resto, con un vigor alto.

FIGURA 16. Tamaño final de plantas de duraznero (ASTT, cm²), establecidas en un huerto cultivado anteriormente con duraznero (izquierda) y ciruelo (derecha), sobre los diferentes portainjertos utilizados, bajo las condiciones de replantación, en la unidad Viveros Parlier, Champa (RM).



Fuente: proyecto precursor

El portainjerto GxN 15 presentó un mayor crecimiento con respecto a los demás portainjertos, y además para las parcelas con cultivo anterior duraznero y ciruelo, se obtuvo un valor de relación de crecimiento entre los tratamientos de fumigación y control de 0,7 y 0,5, respectivamente, indicadores de que no existen problemas de replantación.

Los portainjertos Chuchepicudo, Nemaguard y Nemared, obtuvieron valores menores o cercanos a 1,0, cuando son plantados sobre ciruelo, indicando un mayor crecimiento en esta parcela y un comportamiento sin problemas de replantación. En el caso de la parcela con mismo cultivo anterior (duraznero), se obtuvieron valores de 2,0, para Nemaguard, indicando 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, presentó 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.

TABLA 19. 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	Relación crecimiento fumigado:no fumigado	
		Portainjerto	ASTT (cm ²)
Duraznero	Duraznero	Adesoto	1,6
		Chuchepicudo	4,5
		GxN 15	0,7
		Nemaguard	2
		Nemared	3,1
	Ciruelo	Adesoto	2,5
		Chuchepicudo	1,2
		GxN 15	0,5
		Nemaguard	0,9
		Nemared	0,4

Fuente: Proyecto precursor



Especie: CEREZO

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

Se evaluó la adaptabilidad y crecimiento de 10 portainjertos de cerezo bajo condiciones de replantación de un huerto adulto de cerezos sobre *P. mahaleb* (temporada 2002/03). 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 realizados al suelo fueron fumigación con bromuro de metilo y suelo sin fumigar (testigo).

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

Unidad productiva: Viverosur, Romeral, VII R (UP 7)

Se evaluó la adaptabilidad de 8 portainjertos de cerezos, bajo condiciones de replantación: Maxma 14, F-12, Pontaleb, Cab 6, Gissela, *P. mahaleb*, Colt y Maxma 60. Se aplicaron dos tratamientos, suelo fumigado con bromuro de metilo y testigo (sin fumigar). Las evaluaciones correspondieron a la medición del área sección transversal del tronco (ASTT, cm²) al término de la temporada de crecimiento.



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

Unidad productiva: Viverosur, Romeral, VII R (UP 7)

Se estableció un ensayo en un huerto de cerezos, 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 realizados fueron: suelo fumigado con Bromuro de Metilo y suelo no fumigado. Las evaluaciones correspondieron a la medición del área sección transversal del tronco (ASTT, cm²) al término de cada temporada de crecimiento.

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

Unidad productiva: Viverosur, Romeral, VII región. (UP 7)

En un huerto de cerezos, se realizó un ensayo, con el objetivo de evaluar el efecto en la superación del problema de replantación de dos productos fumigantes:

- 1,3-dicloropropeno
- Cloropicrina
- combinación de estos productos, evaluar efecto.
- testigo

Al término de la primera temporada de crecimiento se midió el área sección transversal de tronco (ASTT), expresada en cm², como indicador del crecimiento.

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

Localidad: Fundo “San Luis de Pedehue”, San Fernando, VI región.

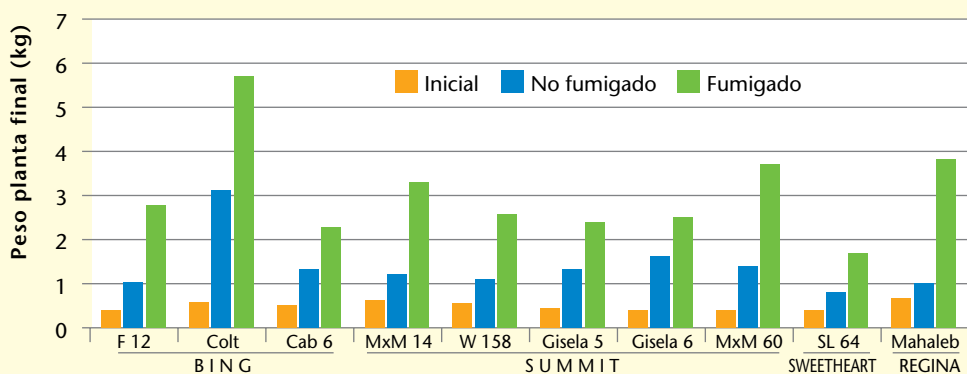
Según antecedentes que señalan que entre manzanos y cerezos existirían problemas de replantación, se realizó un ensayo para evaluar la existencia de este problema en la plantación de cerezos después de manzano. Se arrancó un huerto de manzanos sobre portainjerto MM 106, y fue replantado con cerezos “Bing/Colt”. Se realizaron los tratamientos de fumigación del suelo con Bromuro de Metilo y sin fumigar. Al final de cada temporada de desarrollo, se utilizó como medida de crecimiento, la medición del área sección transversal del tronco (ASTT), expresada en cm².

6. Resultados

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

En este ensayo, el peso de las plantas en un final, se utilizó como principal medida de adaptabilidad de los distintos portainjertos, Figura 17. 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, indicando que existieron problemas de replantación. Por lo tanto, todos los portainjertos se vieron afectados en el crecimiento, con una reducción entre un 40 y 75%. Los menos afectados fueron Gisela 6, SL 64, Gisela 5 y Colt, con relaciones promedios de 1,7 y los más afectados fueron F 12-1, Maxma 14 y Maxma 60, con relaciones de 2,9, indicador de un problema grave de replantación. Mahaleb, W 158 y Cab 6 presentaron una respuesta intermedia, con relaciones de 2,2.

FIGURA 17. 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)



Fuente: Proyecto precursor

El portainjerto Colt presenta un mayor vigor, siendo que para el caso de suelo no fumigado pueda alcanzar un crecimiento similar al de los portainjertos menos vigorizantes bajo condiciones de suelo fumigado. 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, ya que es necesario conocer con exactitud la escala de vigor de los distintos patrones y la magnitud del problema en un huerto específico. Se descartó el posible efecto de nematodos, ya que en ambos casos (suelo fumigado y testigo), se encontró dentro de un rango normal.

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

Unidad productiva: Viverosur, Romeral, VII región (UP 7)

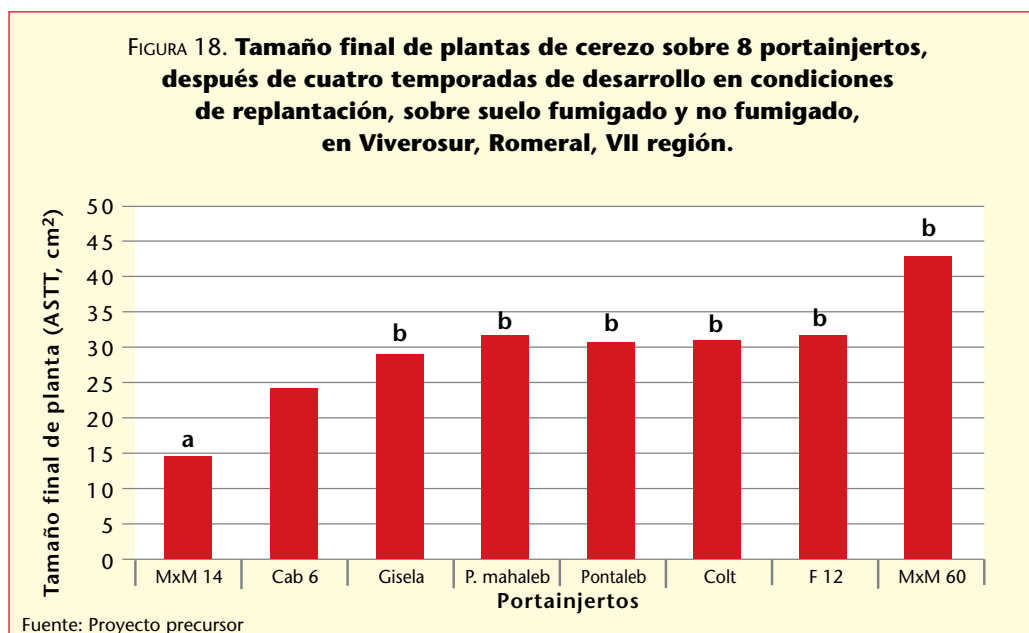
Se evaluaron cuatro temporadas de crecimiento e independiente del portainjerto utilizado, el tratamiento de fumigación se diferenció estadísticamente durante las dos primeras temporadas de evaluación y numéricamente en las dos temporadas posteriores evaluadas (Tabla 20). El crecimiento de las plantas fumigadas fue superior del tratamiento testigo, en un 117,6% la primera temporada de evaluación, disminuyendo a 57,8% en la segunda temporada, y llegando a 30,7% en la cuarta y final temporada de evaluación, correspondiendo este último a una relación de crecimiento entre tratamiento fumigado:no fumigado de 1,3, valor que indica un problema medio de replantación. Por lo tanto, el problema de replante persiste después de cuatro temporadas de desarrollo. El tamaño promedio final de plantas de cerezo fumigadas correspondió a 34,7 cm² de ASTT, valor de un 35,6% mayor en crecimiento que las plantas sin fumigación (25,6 cm² de ASTT).

TABLA 20. Crecimiento anual de plantas de cerezo sobre 8 portainjertos, expresado como ASTT (cm²), para los tratamientos de fumigación de suelo y testigo (no fumigado), durante el desarrollo del ensayo en Viverosur (Romeral, 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%.
Fuente: Proyecto precursor

Analizando los portainjertos, luego de las cuatro temporadas evaluadas se diferenciaron estadísticamente para el tamaño final de planta (Figura 18). El de mayor crecimiento correspondió a Maxma 60, con un ASTT de 42,8 cm², mientras que el de menor fue Maxma 14, con 14,5 cm² de ASTT. Los demás presentaron un comportamiento intermedio de crecimiento, entre 24,2 y 31,6 cm² de ASTT.



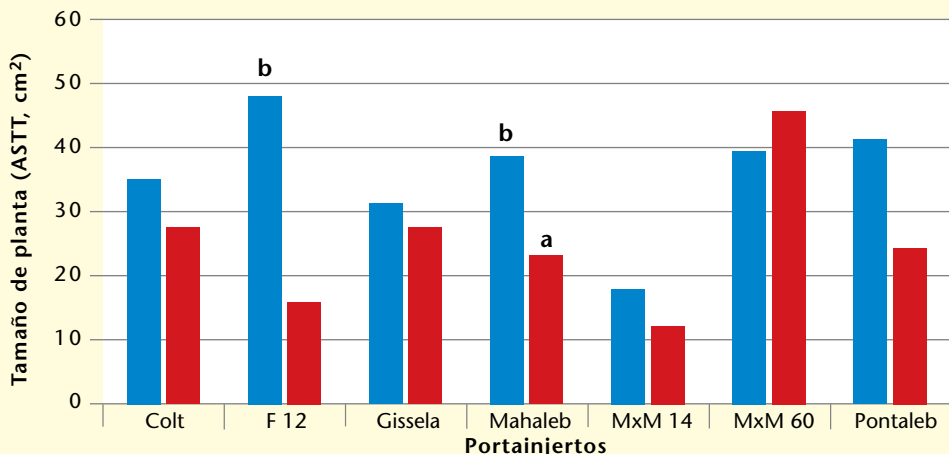
Para el tamaño final de planta, el portainjerto F12 presentó un valor de relaciones de crecimiento entre el tratamiento fumigado y testigo de 3,0, es decir, un grave problema de replantación (Tabla 21). Se puede mencionar que este portainjerto presenta un comportamiento altamente vigoroso cuando bajo condiciones de replantación es fumigado, si no el crecimiento es mínimo. Es por esto que el crecimiento promedio (ASTT, cm²) lo sitúa dentro de los portainjertos 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 un problema medio de replantación, es decir, existen diferencias en el crecimiento entre un suelo fumigado con respecto a un suelo sin fumigar (Figura 19). Los portainjertos Gissela y Maxma 60, presentaron valores de 1,1 y 0,9, respectivamente, por lo cual no muestran problemas de replantación en esta unidad, y el crecimiento de estos portainjertos fue similar para ambos tratamientos, bajo estas condiciones de replante.

TABLA 21. 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
Gissela	1,1
P. mahaleb	1,7
Maxma14	1,5
Maxma 60	0,9
Pontaleb	1,7

Fuente: Proyecto precursor

FIGURA 19. 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



Fuente: Proyecto precursor

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

En la plantación con 0 años de espera, en la primera temporada el crecimiento de las plantas de cerezo se ve fuertemente deprimido, presenciándose diferencias estadísticas, con un crecimiento de plantas fumigadas en un 80% superior al de plantas sin fumigar. En las temporadas siguientes de evaluación para esta misma plantación, se presentan diferencias numéricas entre los tratamientos, siendo siempre superior la fumigación, entre un 19,6 y 112% respecto al tratamiento testigo. En la plantación con 1 año de espera, el problema de replantación persiste. Aunque en la primera temporada de evaluación la diferencia estadística fue favorable al tratamiento testigo, para las siguientes temporadas se presentaron distancias sólo numéricas, siendo superior el crecimiento en plantas fumigadas, más del doble con respecto a las sin fumigar. En las plantaciones con dos y tres años de espera no hubo diferencias de crecimiento (ASTT, cm²) entre los tratamientos al suelo, con lo que se puede determinar una superación del problema de replantación (Tabla 22).

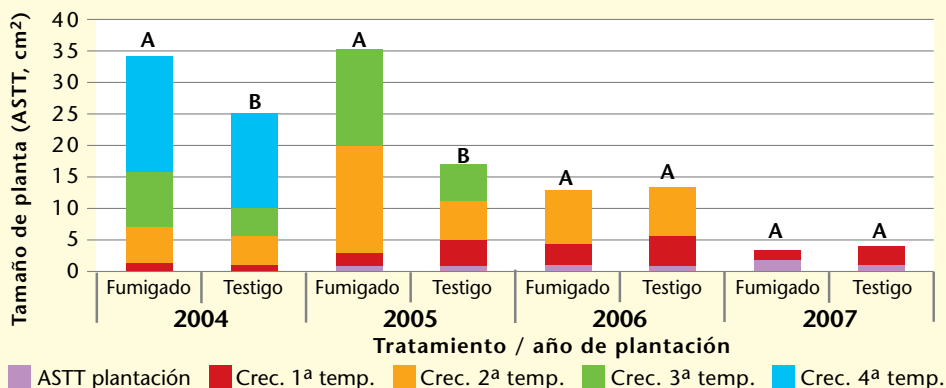
TABLA 22. Crecimiento anual de plantas de cerezo (ASTT, cm²), para los tratamientos de fumigado y no fumigado del suelo, para cada tiempo de espera previo a la plantación

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%.
Fuente: Proyecto precursor

Luego de las cuatro temporadas de evaluación para 0 y 1 año de espera se aprecian diferencias estadísticas significativas para el tamaño final de las plantas de cerezo entre los tratamientos de fumigación del suelo y testigo; mientras que con 2 y 3 años de espera los tamaños finales promedio de las plantas no difieren estadísticamente (Figura 20).

FIGURA 20. Tamaño de plantas de cerezo (ASTT, cm²), bajo condiciones de replantación, para cada tratamiento (fumigado y testigo) y tiempo de espera previo a la plantación.



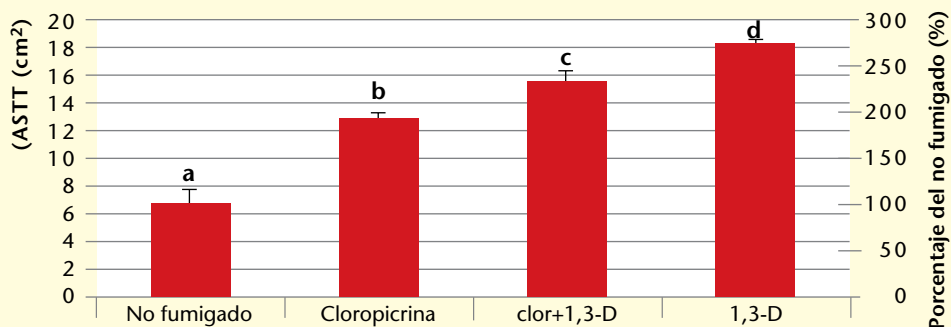
Fuente: Proyecto precursor

Se analiza que con 1 año de espera previo 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 y con el tratamiento de fumigación del suelo, el tamaño promedio de planta es de 34,1 cm² de ASTT. Esto indica que con 1 año de espera y al final del ensayo, se igualan las condiciones de crecimiento de las plantas, o de otra manera, la plantación inmediata tiene un deprimido crecimiento anual y final de plantas (ASTT, cm²).

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

Al final de la primera temporada de crecimiento todos los productos incrementan significativamente el crecimiento de los árboles, ASTT (cm²), un aumento de hasta 3 veces mayor al desarrollo del suelo no fumigado (Figura 21).

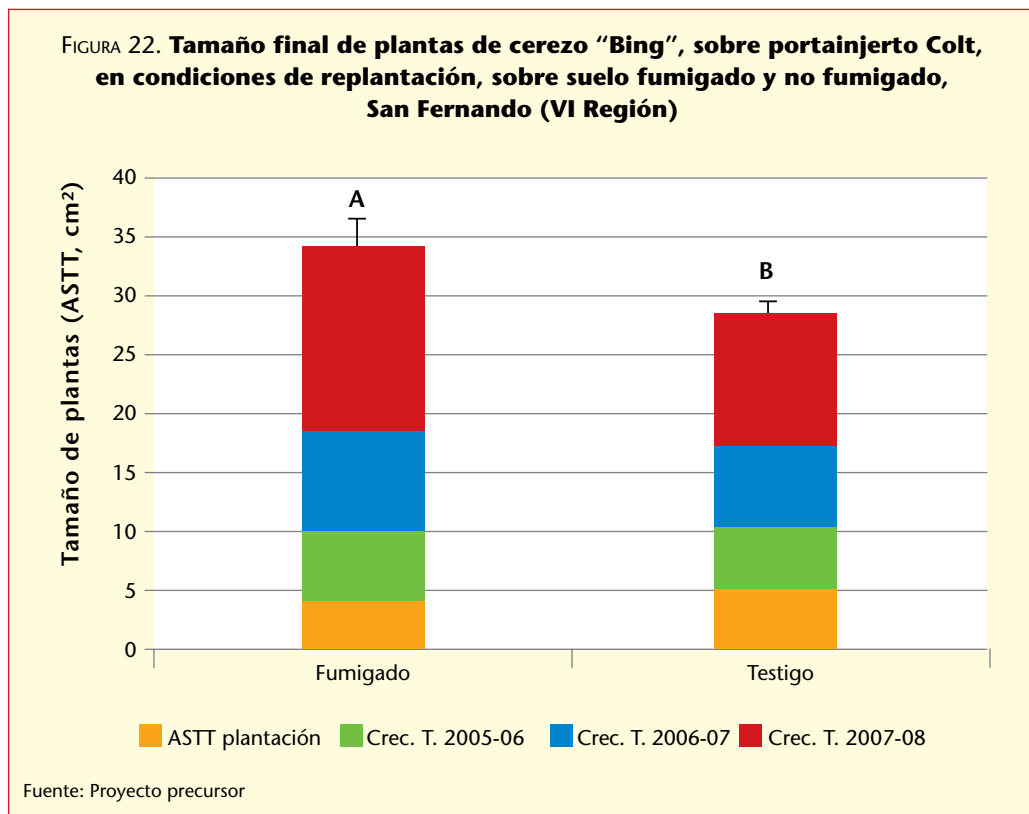
FIGURA 21. Desarrollo de árboles de cerezo, luego de un año de plantados en suelos sometidos a diferentes tratamientos



Fuente: Proyecto precursor

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

No se observaron diferencias estadísticas en el crecimiento anual de las plantas de cerezo al evaluar cada temporada. Luego de las tres temporadas de desarrollo, se observaron divergencias estadísticas significativas entre el tratamiento de fumigación del suelo y testigo, en el tamaño final de planta (ASTT, cm²), siendo el de fumigación superior en un 28% con respecto al testigo.



En la Tabla 23 se obtiene los valores de relación de crecimiento entre el tratamiento de fumigación del suelo y testigo (Figura 22). Para la primera temporada el valor de 1,17 indica que no existieron problemas de replantación, pero este valor aumenta hacia las otras dos temporadas posteriores, por lo cual a mayor desarrollo del huerto se hace más evidente el problema de replantación. Es necesario seguir evaluando en el tiempo, para determinar la tendencia de este comportamiento.

TABLA 23. 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

Fuente: Proyecto precursor

Especie: NOGAL

1. Replantación de frutales y efecto del tiempo de espera

Unidad productiva: Antumapu, Universidad de Chile, La Pintana, Región Metropolitana (UP 1)

Un huerto de nogales de 20 años fue arrancado y dividido en 3 sectores, correspondiendo cada uno a una hilera del antiguo huerto. Cada hilera fue destinada a un tratamiento, donde además se evaluó el tiempo de espera con plantaciones sucesivas. Se plantaron 6 árboles por tratamiento y los tratamientos realizados fueron:

- fumigación con bromuro de metilo (97 g/m^2)
- secado de plantas, mediante corte y tratamiento con herbicida 1 año antes de la plantación
- testigo



Para el tratamiento de fumigación se utilizaron bombonas de Metabromo (98% CH₃Br 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. La preparación del suelo consistió en subsolado en ambos sentidos, aradura con arado de disco y rastraje. 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.

2. Evaluación de diferentes tratamientos al suelo

Localidad: Pirque, Región Metropolitana

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, los cuales fueron:

- fumigación, con bombonas de bromuro de metilo
- aplicación de guano al hoyo de plantación
- tratamiento de fumigación más aplicación de guano
- 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.

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

Se compararon dos situaciones de suelo, uno replantado, en donde los dos años anteriores a la plantación se había realizado un vivero de nogales y otra en la que nunca había habido frutales, sino solamente cultivos anuales, condición considerada como suelo virgen.

4. Resultados

A. Replantación de frutales y efecto del tiempo de espera

Para la plantación sin tiempo de espera (0 año) en la primera temporada no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos al suelo (Tabla 24), siendo la relación de crecimiento entre el tratamiento fumigado y testigo de 1,5. Para la segunda temporada, se hallaron diferencias estadísticas relevantes, con una relación de crecimiento de 1,9, lo que indicaba problemas de replantación. La siembra realizada con 1 año de espera mostró distancias significativas entre los tratamientos para la primera, segunda y tercera temporada de evaluación, donde la fumigación del suelo presentaba un crecimiento superior con respecto al tratamiento testigo, por lo tanto existía un problema de replantación. La plantación hecha con 2 años de espera, no mostró diferencias entre los tratamientos en la primera temporada, no así para la segunda temporada de crecimiento evaluada. Y en el cultivo con 3 años de espera, si bien en la primera temporada de evaluación no se manifestaron distancias importantes, es probable que en la evaluación siguiente se muestre nuevamente el comportamiento de las otras plantaciones.

El que no existieran diferencias significativas se podría deber a: 1) que no había 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.

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 está posiblemente influenciado por el estrés provocado por el trasplante.

TABLA 24. 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%.

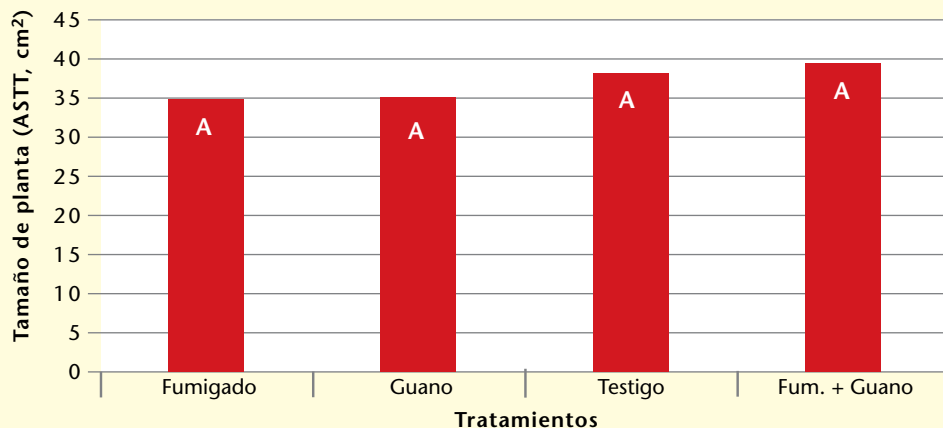
Fuente: Proyecto precursor

En cuanto al tratamiento de secado en particular, en ninguno de los años de plantación presentó buenos resultados, obteniendo hasta crecimientos inferiores al testigo. Esto podría indicar que el herbicida aplicado al tronco no se movilizaba 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 descomponían, generando compuestos que promoverían los problemas de replantación, como ha sido sugerido para frutales de carozo por algunos investigadores.

B. Evaluación de diferentes tratamientos al suelo

En la primera temporada, no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas, pero todos los tratamientos fueron numéricamente superiores al testigo entre un 18 y 41%. Además en este primer año de crecimiento se produjo una mortalidad de plantas producto de *Phytophthora* del 25% para el procedimiento de aplicación de guano y de un 50% para el tratamiento testigo, mientras que en los tratamientos con aplicación de bromuro de metilo no hubo mortalidad. Al segundo año, sí se diferenciaron estadísticamente, lo cual indicaba la existencia de problemas de replantación. Para la tercera temporada de crecimiento, el tamaño final de plantas (ASTT, cm²) no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, aunque numéricamente el que incluyó la combinación de la fumigación del suelo con bromuro de metilo y aplicación de guano, resultó ser superior con respecto a los demás tratamientos. Es importante considerar que al replantar un huerto, es fundamental tomar medida de manejo para prevenir la reinfestación con *Phytophthora*.

FIGURA 23. Tamaño final de plantas de nogal (ASTT, cm²), bajo condiciones de replantación, y con distintos tratamientos de aplicación al suelo, Pirque, RM.

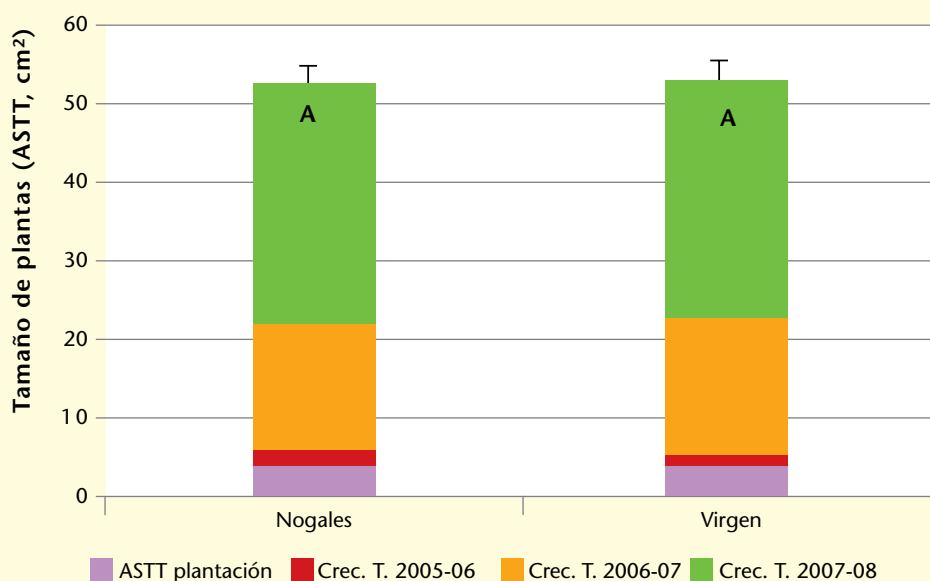


Fuente: Proyecto precursor

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

En la primera temporada, al contrario de lo esperado, el sector del vivero obtuvo un mayor crecimiento que el sector de suelo “virgen”, lo cual indicaría que no existieron problemas de replantación. En las dos temporadas siguientes no hubo diferencias estadísticas relevantes para el crecimiento de los dos tratamientos, por lo que el tamaño final de plantas (ASTT, cm²), fue similar en ambas condiciones.

FIGURA 24. Crecimiento anual de plantas nogal, expresado como ASTT (cm²), bajo condiciones de replantación y suelo virgen, en la localidad de Pirque, RM.



Fuente: Proyecto precursor

Especie: VID

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

Unidad productiva: Quinta de Tilcoco, Frutal Ltda., VI región (UP 5).

Se cultivaron 9 plantas de “Sultanina”, por tratamiento, en un huerto donde hasta ese mismo año existía un parrón de “Sultanina” (agosto 2003). Se realizaron tratamientos de fumigación del suelo con bromuro de metilo en una superficie aproximada de 10 m² y otro tratamiento control, también en una superficie de 10 m². En marzo de 2004 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.

2. Evaluación de tratamientos de fumigación bajo condiciones de replantación

Localidad: San Lorenzo, IV región (DOW Agrosiences, exportadora DOLE y Univiveros)

En un ensayo comparativo se evaluó la respuesta de la vid frente a diferentes fumigantes de suelo de las empresas TRICAL y DOW Agrosiences, sobre el crecimiento de vides “Flame”, además se utilizó el fumigante bromuro de metilo. Estas plantas se encuentran sobre el portainjerto Harmony.

3. Evaluación de portainjertos bajo condiciones de replantación

Unidad productiva: Quinta de Tilcoco, Frutal Ltda., VI región (UP 5).

Zonas adicionales: San Lorenzo IV región (DOW Agrosiences, exportadora DOLE y Univiveros) y Copiapó, III región (predio exportadora ACONEX, interés empresa de agroquímicos DOW Agrosiences, empresa TRICAL y aporte de portainjertos de vid Univiveros)

Se establecieron tres ensayos en distintas zonas productoras de vid, con el objetivo de determinar la magnitud de problemas de replantación y el comportamiento de diferentes portainjertos de vid. 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 diversas edades y condiciones. Los tratamientos realizados fueron fumigación al suelo y testigo (sin fumigar).

En Quinta de Tilcoco y San Lorenzo se fumigó con bromuro de metilo y 1,3-dicloropropeno vía riego. En Copiapó la fumigación fue con 1,3-dicloropropeno gaseoso (Trical) y 1,3-dicloropropeno vía riego. 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, cm²).

4. Resultados

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

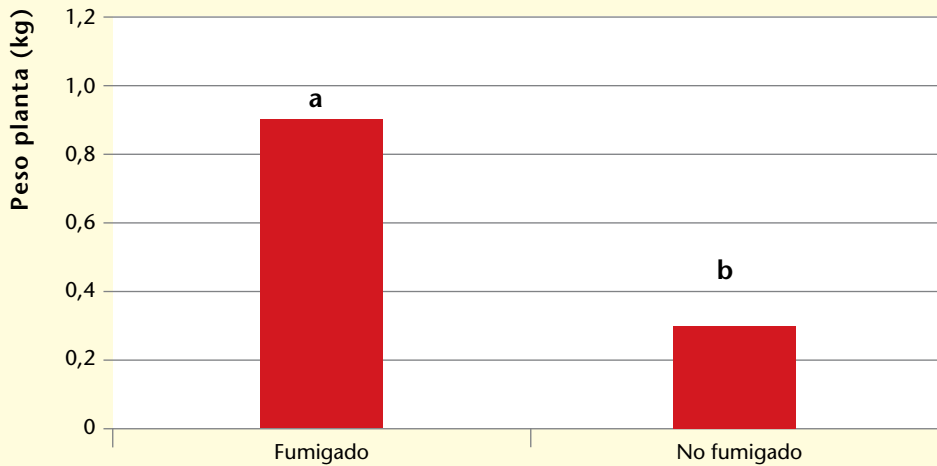
Al final de la temporada se presentaron claras diferencias de crecimiento en las plantas, entre suelo fumigado y testigo (Figura 25). El crecimiento de las plantas, peso fresco y seco, en suelo fumigado fue superior en más de 3 veces al de las plantas sobre suelo no fumigado, lo que indica la existencia y cuantifica la magnitud del problema de replantación (Figura 26). El área sección transversal del tronco (ASTT, cm²) se correlacionó positiva y significativamente con el peso de las plantas ($R^2= 0,82$).

FIGURA 25. Aspecto del desarrollo de las plantas del ensayo sobre suelo fumigado (izquierda) y planta desarrollada sobre suelo no fumigado (derecha)



Fuente: Proyecto precursor

FIGURA 26. 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%).
Fuente: Proyecto precursor

No se presentaron diferencias estadísticas significativas en el número de brotes, entre los tratamientos al suelo. Sin embargo, el largo de brotes y el número de hojas por brote sí mostraron diferencias estadísticas relevantes, 2,7 y 2,4 veces más en suelo fumigado que en el de plantas sobre el tratamiento control, respectivamente.

El área foliar de la hoja y el largo de entrenudo también fue mayor para los tratamientos de fumigación, por lo tanto, todas las variables evaluadas mostraron un menor crecimiento en las plantas sobre suelo no fumigado.

B. Evaluación de tratamientos de fumigación bajo condiciones de replantación

En la primera temporada de desarrollo, el fumigante 1,3-D (gaseoso) (empresa TRICAL), logró diferenciarse estadísticamente de los otros productos fumigantes y del tratamiento control. Obtuvo 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. En la segunda y tercera temporada de evaluación del ensayo estas diferencias estadísticas desaparecen, no obstante, los distintos productos fumigantes, numéricamente son superiores al tratamiento control (Tabla 25).

TABLA 25. 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)

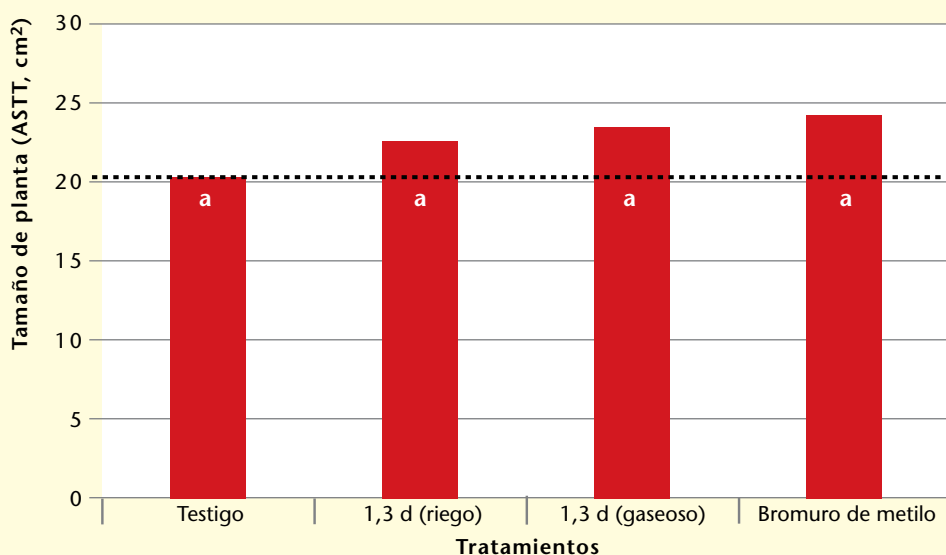
Tratamiento	Crecimiento anual de plantas de vid (ASTT, cm ²)*		
	Crecimiento 2005-06	Crecimiento 2006-07	Crecimiento 2007-08
1,3-D (riego)	0,16 a	8,26 a	12,79 a
1,3-D (gaseoso)	0,79 b	9,16 a	12,14 a
Bromuro de Metilo	0,21 a	10,22 a	12,44 a
Testigo	0,21 a	7,70 a	11,18 a

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

Fuente: Proyecto precursor

Luego de las tres temporadas de desarrollo el tamaño final de planta alcanzado no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, pero existió un crecimiento superior en las plantas fumigadas. Para los tratamientos con 1,3 d (riego), 1,3 d (gaseoso) y bromuro de metilo, el crecimiento fue un 10,5; 13,1 y 19,1% superior con respecto al control.

FIGURA 27. 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)

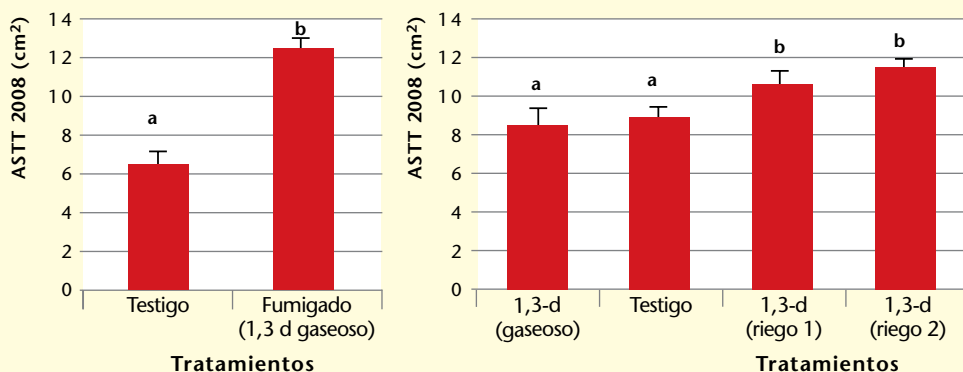


Fuente: Proyecto precursor

C. Evaluación de portainjertos bajo condiciones de replantación

En las tres localidades evaluadas, e independiente del portainjerto utilizado, la fumigación tuvo un efecto positivo, lo que indica que ninguno de los portainjertos es tolerante a estos problemas. Luego de las cuatro temporadas evaluadas las diferencias aún persisten, aunque sólo para Quinta de Tilco y Copiapó éstas fueron significativas, llegando a tener un ASTT de un 87,2% y 30,5% mayor con respecto al control (Figura 28). En San Lorenzo se evidencian sólo diferencias numéricas.

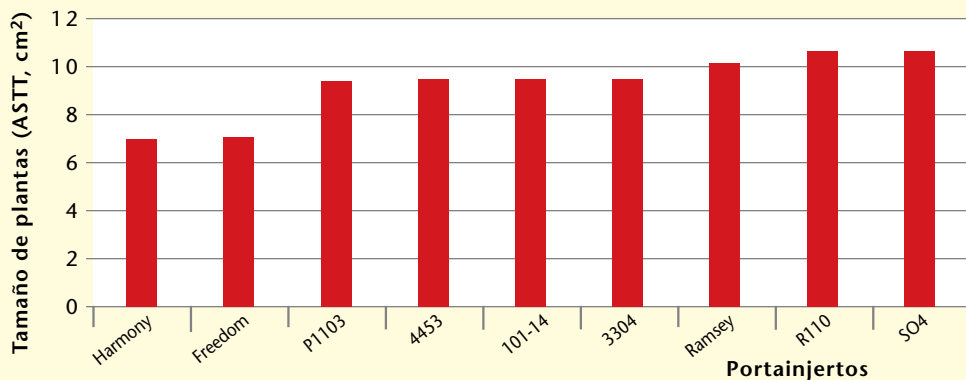
Figura 28. Tamaño de vides “Sultanina” bajo condiciones de replantación con distintos tratamientos de fumigación en Quinta de Tilco (izquierda) y Copiapó (derecha).



Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas (5%). Fuente: Proyecto precursor

Con respecto a los portainjertos, en Quinta de Tilco no existieron distancias significativas, siendo las diferencias numéricas importantes. Los portainjertos R110 y SO4, fueron los de mayor vigor y presentaron un crecimiento final de plantas (ASTT, cm²) superior en un 56,2% con respecto al portainjerto Harmony, el cual mostró el menor desarrollo de plantas. En tanto, los portainjertos P1103, 4453, 101-14, 3304 y Ramsey, mostraron un crecimiento mayor entre un 35,4 y 49,7% en relación a Harmony; mientras que el portainjerto Freedom mostró un vigor similar a Harmony con un desarrollo superior solo en un 4% (Figura 29).

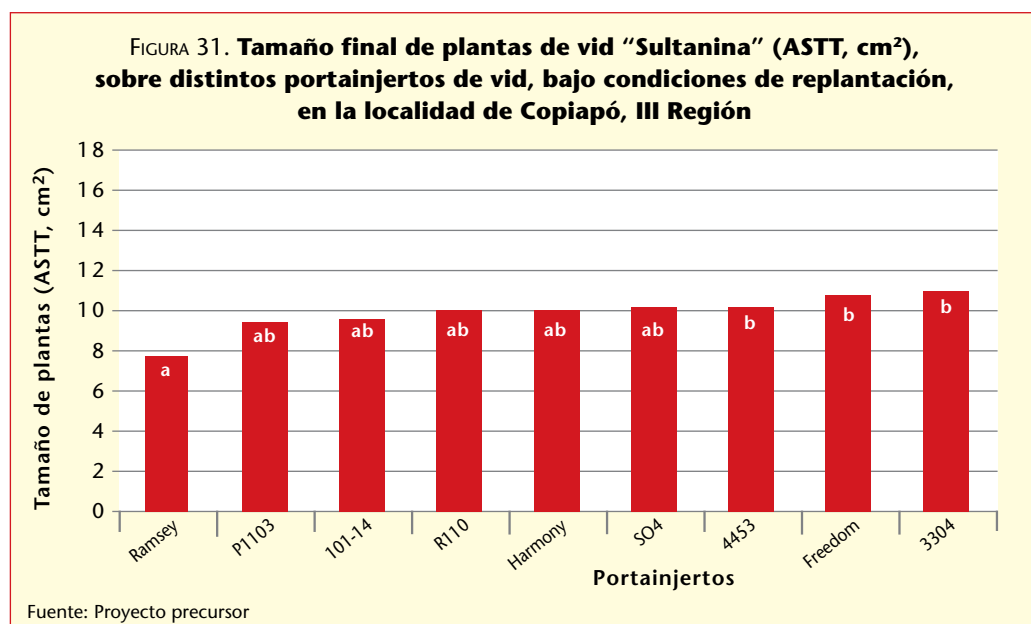
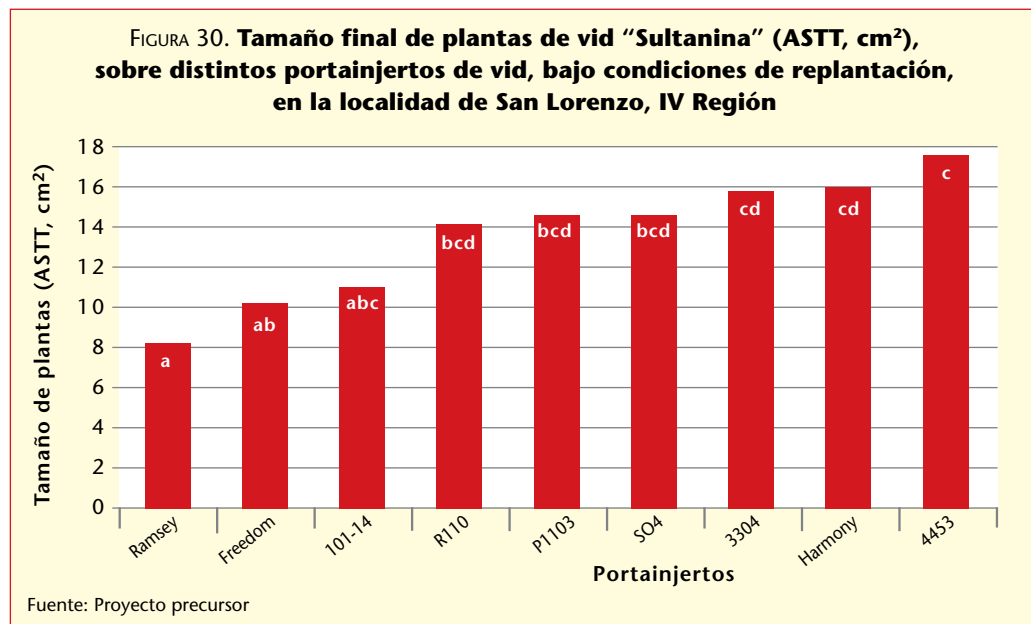
FIGURA 29. Tamaño final de plantas de vid “Sultanina” (ASTT, cm²), sobre distintos portainjertos de vid, bajo condiciones de replantación, en la localidad de Quinta de Tilco, VI Región



Fuente: Proyecto precursor

En San Lorenzo y Copiapó, se presentó un comportamiento diferente al del observado en Quinta de Tilco. Los portainjertos demostraron diferencias estadísticas significativas para el tamaño final de planta (ASTT, cm²) (Figuras 30 y 31). Si bien todos los portainjertos se ven igualmente afectados, es posible distinguir por vigor a 3 grupos: los más vigorosos son 3304 y 4453; los medianamente vigorosos SO4, P1103, R110, 101-14, Freedom y Harmony; y a Ramsey, 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 Tilco) es diferente.





2.2 Conclusiones

En Chile el problema de la replantación de frutales existe con un 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.

Existen medidas de control a implementar que permiten superar eficientemente el problema, las que deben evaluarse económicamente. Pero sigue siendo necesario realizar más estudios para determinar la persistencia del problema, para así decidir los tratamientos más adecuados para cada especie, que aseguren éxito de las nuevas plantaciones.

En todas las especies evaluadas existieron problemas de replantación, lo que se evidencia por una disminución en el crecimiento. La práctica de fumigación de suelos es la más efectiva, pues supera, en todos los casos y en forma persistente, la dificultad de la replantación. Los tiempos de espera, aunque algunos disminuyen la magnitud de ese problema, no han demostrado su completa efectividad. En cuanto al uso de portainjertos, no existen “resistentes” a problemas de replantación.

2.3 Difusión

Se realizaron varias actividades de difusión durante el desarrollo del proyecto, con el objetivo de dar a conocer la importancia de este problema en la fruticultura actual, de qué manera se está estudiando y evaluando, para así disminuir su magnitud:

- charlas, seminarios, congresos, días de campo, publicaciones en revistas, reuniones técnicas.
- boletines técnicos y difusión de resultados final en la página web del proyecto www.replantación.cl.
- actividades de mesa redonda, cursos de formación universitaria (pregrado, postgrados y diplomados) y divulgación a través de revistas científicas del área,⁹ los que se realizaron en respuesta al interés por parte de productores, investigadores, académicos y estudiantes, por conocer más acerca del tema.

⁹ Diplomado “Fundamentos fisiológicos de la vid”, de la Universidad de Chile, clase de “Problemas de replantación de frutales”, a cargo de Gabino Reginato M.

► 3. Los productores del proyecto hoy

Desde el punto de vista del proyecto precursor, no todos los huertos en que se establecieron los ensayos se han mantenido para efectos de evaluación. En algunos casos, los colaboradores del proyecto han continuado con los ensayos a la espera de nuevas evaluaciones. Cabe recordar que la evaluación de portainjertos y en especial los derivados del problema de replante, es un desafío de largo plazo pues los efectos pueden producirse a nivel de la planta y de la fruta, desde luego, pero además pueden tener efectos en el tiempo.

En cuanto a los productores nacionales, en términos generales, se puede señalar que el problema del replante sigue vigente con distintas intensidades según la zona y el cultivo. Es posible indicar que la industria no ha resuelto esta situación. En el caso de uvas de mesa y viníferas se están evaluando algunas alternativas de portainjertos, que hacen creer que el problema podría verse atenuado, mientras que en frutales de carozos el problema es mucho más serio pues los portainjertos disponibles no han dado respuesta suficiente al replante.

SECCIÓN 3

El valor del proyecto precursor

Tal como ha sido indicado, el replante en Chile es un tema muy importante, en el que, a pesar de los esfuerzos de estudios como el presente, queda aún un largo camino por recorrer.

Mientras la disposición de suelos no cultivados con frutales anteriormente fue relativamente alta y la reconversión de huertos se mantenía en niveles normales (5-10%), el problema del replante estuvo relegado a un segundo plano.

La situación actual de la industria, con altos costos de producción, mano de obra escasa y más cara, falta de agua en muchas zonas, con una tasa de cambio baja, hace que ninguno de los aspectos productivos pueda ser considerado de importancia secundaria. En este sentido hay esfuerzos muy importantes por el recambio de variedades y la consolidación de especies por zona. Sin embargo, el solo recambio varietal o de especies, no es suficiente si no se hace frente al problema del replante.

Si bien es cierto, el uso de portainjertos no es la única forma de mitigar el efecto de replantación, el disponer de ellos como alternativa efectiva sería de gran beneficio para la industria.

El proyecto precursor intenta evaluar de manera sistemática el tema señalado, para poder cuantificar el problema y considerar posibles soluciones. Según la opinión de los propios autores del estudio, éste representa un primer avance en la cuantificación del problema en Chile, pero no se pueden dar por terminadas las evaluaciones del efecto del replante, ni mucho menos por resuelta la dificultad.



Anexos

Anexo 1. Valorización de las herramientas de control

Anexo 2. Antecedentes del agente postulante y asociados al proyecto precursor

Anexo 3. Literatura consultada

Anexo 4. Documentación disponible y contactos

ANEXO 1. Valorización de las herramientas de control

Modelo de Producción de Manzano

1. Modelo sin PR

TABLA 1. Flujo de ingresos, costos y márgenes del desarrollo del proyecto. Valores en pesos/ha

Item	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5 - 15
Produccion (tons.)	3.000	14.000	34.000	48.000	57.000	65.000
Ingresos	224.176	1.046.154	2.540.659	3.586.813	4.259.341	4.857.143
Costos	1.091.720	1.375.000	1.650.000	1.925.000	2.090.000	2.200.000
Implantación	1.091.720					
Produccion	-	1.375.000	1.650.000	1.925.000	2.090.000	2.200.000
MARGEN BRUTO	-867.544	-328.846	890.659	1.661.813	2.169.341	2.657.143
Inversiones	4.869.531					
Capital de Trabajo	328.846					
FLUJO NETO CAJA	-6.065.922	-328.846	890.659	1.661.813	2.169.341	2.657.143

Fuente: elaborado por los autores.

2. Modelo con PR, sin tratamiento

TABLA 2. Flujo de ingresos, costos y márgenes del desarrollo del proyecto. Valores en pesos/ha

Item	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5 - 15
Produccion (tons.)	2.400	11.200	27.200	38.400	45.600	52.000
Ingresos	179.341	836.923	2.032.527	2.869.451	3.407.473	3.885.714
Costos	1.091.720	1.375.000	1.650.000	1.925.000	2.090.000	2.200.000
Implantación	1.091.720					
Produccion	-	1.375.000	1.650.000	1.925.000	2.090.000	2.200.000
MARGEN BRUTO	-912.379	-538.077	382.527	944.451	1.317.473	1.685.714
Inversiones	4.869.531					
Capital de Trabajo	538.077					
FLUJO NETO CAJA	-6.319.988	-538.077	382.527	944.451	1.317.473	1.685.714

Fuente: elaborado por los autores

3. Modelo con PR, tratamiento de fumigación

TABLA 3. Flujo de ingresos, costos y márgenes del desarrollo del proyecto. Valores en pesos/ha

Item	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5 - 15
Produccion (tons.)	2.700	12.600	30.600	43.200	51.300	58.500
Ingresos	201.758	941.538	2.286.593	3.228.132	3.833.407	4.371.429
Costos	1.091.720	1.375.000	1.650.000	1.925.000	2.090.000	2.200.000
Implantación	1.091.720					
Produccion	-	1.375.000	1.650.000	1.925.000	2.090.000	2.200.000
MARGEN BRUTO	-889.962	-433.462	636.593	1.303.132	1.743.407	2.171.429
Inversiones	5.869.531					
Capital de Trabajo	433.462					
FLUJO NETO CAJA	-7.192.955	-433.462	636.593	1.303.132	1.743.407	2.171.429

Fuente: elaborado por los autores.

4. Modelo con PR, tratamiento de fumigación + portainjertos

TABLA 4. Flujo de ingresos, costos y márgenes del desarrollo del proyecto. Valores en pesos/ha

Item	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5 - 15
Produccion (tons.)	2.850	13.300	32.300	45.600	54.150	61.750
Ingresos	212.967	993.846	2.413.626	3.407.473	4.046.374	4.614.286
Costos	1.091.720	1.375.000	1.650.000	1.925.000	2.090.000	2.200.000
Implantación	1.091.720					
Produccion	-	1.375.000	1.650.000	1.925.000	2.090.000	2.200.000
MARGEN BRUTO	-878.753	-381.154	763.626	1.482.473	1.956.374	2.414.286
Inversiones	6.703.031					
Capital de Trabajo	381.154					
FLUJO NETO CAJA	-7.962.938	-381.154	763.626	1.482.473	1.956.374	2.414.286

Fuente: elaborado por los autores.

5. Modelo con PR, tratamiento de fumigación + tiempo de espera (3 años)

TABLA 5. Flujo de ingresos, costos y márgenes del desarrollo del proyecto. Valores en pesos/ha

Item	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5 - 15
Produccion (tons.)	2.910	13.580	32.980	46.560	55.290	63.050
Ingresos	217.451	1.014.769	2.464.440	3.479.209	4.131.560	4.711.429
Costos	1.091.720	1.375.000	1.650.000	1.925.000	2.090.000	2.200.000
Implantación	1.091.720					
Produccion	-	1.375.000	1.650.000	1.925.000	2.090.000	2.200.000
MARGEN BRUTO	-874.269	-360.231	814.440	1.554.209	2.041.560	2.511.429
Inversiones	5.869.531					
Capital de Trabajo	360.231					
FLUJO NETO CAJA	-7.104.032	-360.231	814.440	1.554.209	2.041.560	2.511.429

Fuente: elaborado por los autores.

Modelo de Producción de Cerezo

1. Modelo sin PR.

TABLA 1. Flujo de ingresos, costos y márgenes del desarrollo del proyecto. Valores en pesos/ha

Item	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9-15
Producción (kg)	-	-	-	-	2.001	3.002	4.669	6.003	8.004	10.672
Ingresos	-	-	-	-	2.501.250	3.751.875	5.836.250	7.503.750	10.005.000	13.340.000
Costos	1.271.666	861.000	861.000	1.450.000	1.716.800	1.790.200	1.862.533	2.040.400	2.307.200	2.662.933
Implantación	1.271.666									
Producción		861.000	861.000	1.450.000	1.450.000	1.390.000	1.240.000	1.240.000	1.240.000	1.240.000
Cosecha		0	0	0	266.800	400.200	622.533	800.400	1.067.200	1.422.933
MARGEN BRUTO	-1.271.666	-861.000	-861.000	-1.450.000	784.450	1.961.675	3.973.717	5.463.350	7.697.800	10.677.067
Inversiones	2.020.260									
Capital de Trabajo	861.000	861.000	1.450.000							
FLUJO NETO CAJA	-4.152.926	-1.722.000	-2.311.000	-1.450.000	784.450	1.961.675	3.973.717	5.463.350	7.697.800	10.677.067

Fuente: elaborado por los autores.

2. Modelo con PR, sin tratamiento.

TABLA 2. Flujo de ingresos, costos y márgenes del desarrollo del proyecto. Valores en pesos/ha

Item	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9-15
Producción (kg)	-	-	-	-	1.601	2.401	3.735	4.802	6.403	8.538
Ingresos	-	-	-	-	2.001.000	3.001.500	4.669.000	6.003.000	8.004.000	10.672.000
Costos	1.271.666	861.000	861.000	1.450.000	1.663.440	1.710.160	1.738.027	1.880.320	2.093.760	2.378.347
Implantación	1.271.666									
Producción		861.000	861.000	1.450.000	1.450.000	1.390.000	1.240.000	1.240.000	1.240.000	1.240.000
Cosecha		0	0	0	213.440	320.160	498.027	640.320	853.760	1.138.347
MARGEN BRUTO	-1.271.666	-861.000	-861.000	-1.450.000	337.560	1.291.340	2.930.973	4.122.680	5.910.240	8.293.653
Inversiones	2.020.260									
Capital de Trabajo	861.000	861.000	1.450.000							
FLUJO NETO CAJA	-4.152.926	-1.722.000	-2.311.000	-1.450.000	337.560	1.291.340	2.930.973	4.122.680	5.910.240	8.293.653

Fuente: elaborado por los autores.

3. Modelo con PR, tratamiento de fumigación

TABLA 3. Flujo de ingresos, costos y márgenes del desarrollo del proyecto. Valores en pesos/ha

Item	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9-15
Producción (kg)	-	-	-	-	1.801	2.701	4.202	5.403	7.204	9.605
Ingresos	-	-	-	-	2.251.125	3.376.688	5.252.625	6.753.375	9.004.500	12.006.000
Costos	1.271.666	861.000	861.000	1.450.000	1.690.120	1.750.180	1.800.280	1.960.360	2.200.480	2.520.640
Implantación	1.271.666									
Producción		861.000	861.000	1.450.000	1.450.000	1.390.000	1.240.000	1.240.000	1.240.000	1.240.000
Cosecha		0	0	0	240.120	360.180	560.280	720.360	960.480	1.280.640
MARGEN BRUTO	-1.271.666	-861.000	-861.000	-1.450.000	561.005	1.626.508	3.452.345	4.793.015	6.804.020	9.485.360
Inversiones	3.020.260									
Capital de Trabajo	861.000	861.000	1.450.000							
FLUJO NETO CAJA	-5.152.926	-1.722.000	-2.311.000	-1.450.000	561.005	1.626.508	3.452.345	4.793.015	6.804.020	9.485.360

Fuente: elaborado por los autores.

4. Modelo con PR, tratamiento de fumigación + portainjertos

TABLA 4. Flujo de ingresos, costos y márgenes del desarrollo del proyecto. Valores en pesos/ha

Item	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9-15
Producción (kg)	-	-	-	-	1.901	2.851	4.436	5.703	7.604	10.138
Ingresos	-	-	-	-	2.376.188	3.564.281	5.544.438	7.128.563	9.504.750	12.673.000
Costos	1.271.666	861.000	861.000	1.450.000	1.703.460	1.770.190	1.831.407	2.000.380	2.253.840	2.591.787
Implantación	1.271.666									
Producción		861.000	861.000	1.450.000	1.450.000	1.390.000	1.240.000	1.240.000	1.240.000	1.240.000
Cosecha		0	0	0	253.460	380.190	591.407	760.380	1.013.840	1.351.787
MARGEN BRUTO	-1.271.666	-861.000	-861.000	-1.450.000	672.728	1.794.091	3.713.031	5.128.183	7.250.910	10.081.213
Inversiones	3.353.760									
Capital de Trabajo	861.000	861.000	1.450.000							
FLUJO NETO CAJA	-5.486.426	-1.722.000	-2.311.000	-1.450.000	672.728	1.794.091	3.713.031	5.128.183	7.250.910	10.081.213

Fuente: elaborado por los autores.

5. Modelo con PR, tratamiento de fumigación + tiempo de espera (3 años)

TABLA 5. Flujo de ingresos, costos y márgenes del desarrollo del proyecto. Valores en pesos/ha

Item	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9-15
Producción (kg)	-	-	-	-	1.941	2.911	4.529	5.823	7.764	10.352
Ingresos	-	-	-	-	2.426.213	3.639.319	5.661.163	7.278.638	9.704.850	12.939.800
Costos	1.271.666	861.000	861.000	1.450.000	1.708.796	1.778.194	1.843.857	2.016.388	2.275.184	2.620.245
Implantación	1.271.666									
Producción		861.000	861.000	1.450.000	1.450.000	1.390.000	1.240.000	1.240.000	1.240.000	1.240.000
Cosecha		0	0	0	258.796	388.194	603.857	776.388	1.035.184	1.380.245
MARGEN BRUTO	-1.271.666	-861.000	-861.000	-1.450.000	717.417	1.861.125	3.817.305	5.262.250	7.429.666	10.319.555
Inversiones	3.020.260									
Capital de Trabajo	861.000	861.000	1.450.000							
FLUJO NETO CAJA	-5.152.926	-1.722.000	-2.311.000	-1.450.000	717.417	1.861.125	3.817.305	5.262.250	7.429.666	10.319.555

Fuente: elaborado por los autores.

ANEXO 2. **Antecedentes del agente postulante y asociados al proyecto precursor**

Agente postulante:

Nombre: Agrícola Parlier Ltda.
Dirección: Fundo Sta. Carmen, San Bernardo.
Ciudad y Región: San Bernardo, RM.
Teléfonos: 8572365 8572655
Fax y e-mail: 8572665 thuneus@parlier.cl

Representante Legal del Agente Postulante:

Nombre: Tomás Huneus Madge
Cargo: Gerente
Dirección: Correo 163, San Bernardo
Ciudad y Región: San Bernardo, Región Metropolitana
Fonos: 8572365 8572655
Fax y e-mail: 8572655; thunneus@parlier.cl

Equipo de coordinación del proyecto:

Coordinador del Proyecto

Tomás Huneus Madge
Agrícola Parlier Ltda.
Gerente

Coordinador Alterno del Proyecto

Marcelo Montecinos Escobar
Agrícola Parlier Ltda.
Administrador General
mmontecinos@parlier.cl

Agentes asociados:

- 1) Nombre: Sociedad Agrícola Alborada S:A:
Dirección: Fundo Alborada, camino Los Niches
Ciudad y Región: Curicó, VI región
Teléfono: 75 510557
Fax y e-mail: 75 510557 andesservice@entelchile.net
- 2) Nombre: Cía. Agrícola El Álamo de Naicura Dos Ltda.
Dirección: Fundo El Álamo s/n
Ciudad y Región: Rengo, VI región
Teléfono: 72-541008
Fax y e-mail: 72-541009
- 3) Nombre: Inversiones y Exportaciones Requiuex Ltda.
Dirección: Luis Thayer Ojeda 0115 Of. 602
Ciudad y Región: Santiago-Metropolitana
Teléfono: 2841251
Fax y e-mail: 2841967 jlvial@figueroavial.cl

- 4) Nombre: Frutal Ltda.
Dirección: Fundo Santa Marta s/n
Ciudad y Región: Quinta de Tilcoco
Teléfonos: 72-541248 72-541260
Fax y e-mail: 72-541016 frutal@terra.cl

- 5) Nombre: Sociedad Agrícola Uniagri-Copiapó Ltda
Dirección: 18 de septiembre 6578
Ciudad y Región: Paine
Teléfono: 8241340
Fax y e-mail: 8241422 univiveros@entelchile.net

- 6) Nombre: Soc. Agric. Pehuén de Curico Ltda.: (Viverosur Ltda.)
Dirección: Ruta 5 sur, km 174
Ciudad y Región: Teno, VII región
Teléfono:
Fax y e-mail: viverosur@viverosur.com

Equipo técnico:

- 1) Gabino Reginato M.
Ing. Agrónomo, especialidad Fruticultura
Función y Actividad en el Proyecto: Coordinador de asesoría de la U. de Chile.
Encargado del diseño y control en terreno de los aspectos técnicos de la propuesta. Responsable del análisis y elaboración de los resultados y de los informes de avance y final.

- 2) Rodrigo Homero Callejas Rodríguez
Ingeniero Agrónomo. Dr., especialidad Viticultura
Asesor experto en viticultura.
Función y Actividad en el Proyecto: Colaboración en el diseño y control en terreno de los aspectos técnicos de la propuesta. Colaboración en el análisis y elaboración de los resultados y de los informes de avance y final.

- 3) Erwin Orlando Aballay Espinoza
Ingeniero Agrónomo. M.S., especialidad Nematología
Función y Actividad en el Proyecto: Asesor experto en nematología. Colaboración en el diseño y control en terreno de los aspectos relativos a la especialidad de la propuesta. Colaboración en el análisis y elaboración de los resultados y de los informes de avance y final.

- 4) Claudio Córdova C.
Ing. Agrónomo, especialidad Fruticultura
Función y Actividad en el Proyecto: Control y ejecución de ensayos en terreno.

ANEXO 3. **Literatura consultada**

- ALVAREZ, Paola A. Evaluación de algunas alternativas de control sobre el nematodo del nódulo de la raíz (*Meloidogyne* spp.), como opciones de replantación en condiciones de replante en vid (*Vitis vinífera* L.). Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, 2006.
- BUTRÓN, J. 1997. Evaluación de cinco portainjertos de manzano (*Malus* spp.) y tres tratamientos preventivos para un suelo bajo condición de replante. Taller de licenciatura Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 97 p.
- FURNISS MAILLET, John Paul. Evaluación de cuatro portainjertos para duraznero (*Prunus persicae*), y su respuesta frente a diferentes condiciones de replante, en la localidad de Paine, RM. Universidad Católica de Valparaíso, Chile, 1996.
- HOESTRA, H. 1994. Ecology and pathology of replant problems. Acta Horticulturae 363:1-10.
- KUNZ GOIC, Ana Lorena. Evaluación de cuatro portainjertos de duraznero (*Prunus persicae* (L.) Batch), ante una condición de replante y los posibles efectos que puedan tener bajo esta condición, el tratamiento del suelo con bromuro de metilo y la aplicación de materia orgánica. Universidad Católica de Valparaíso, Chile, 1996.
- REGINATO, G., La Replantación de frutales, ensayos controlados en Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, 2009.
- REGINATO, G., Mesa, K. Replantación de huertos de manzano. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, 2009

Sitios Web:

Federación de Productores de Fruta de Chile, www.fedefruta.cl

Asociación de Exportadores de Chile, www.asoex.cl

ANEXO 4. **Documentación disponible y contactos**

El presente libro y su ficha correspondiente se encuentran disponibles como PDF, a texto completo, en el sitio Web de FIA (www.fia.gob.cl), accediendo a “Información para la innovación” y luego a “Experiencias de Innovación” o a “Biblioteca Digital”, donde existe un buscador de publicaciones.

Contacto: fia@fia.cl